



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PERFIL FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE
SILAGENS DE PALMA FORRAGEIRA ADITIVADAS COM
UREIA E FARELO DE TRIGO**

MESSIAS DE SOUSA NOGUEIRA

**AREIA/PB
MARÇO 2015**

MESSIAS DE SOUSA NOGUEIRA

**PERFIL FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE
SILAGENS DE PALMA FORRAGEIRA ADITIVADAS COM
UREIA E FARELO DE TRIGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo - Orientador Principal

Prof. Dr. Edson Mauro Santos – Co-orientador

Prof. Dra. Severino Gonzaga Neto – Co-orientador

**AREIA – PB
MARÇO –2015**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N778p Nogueira, Messias de Sousa.

Perfil fermentativo e composição química de
silagens de
palma forrageira aditivadas com ureia e farelo de trigo
/ Messias de Sousa Nogueira. - João Pessoa, 2015.
63 f.

Coorientação: Edson Mauro Santos Santos.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/Areia.

1. carboidratos. 2. nutrição. 3. opuntia ficus-
indica.

I. Título

UFPB/BC



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “Perfil fermentativo e composição química de silagens de palma forrageira aditivadas com ureia e farelo de trigo”.

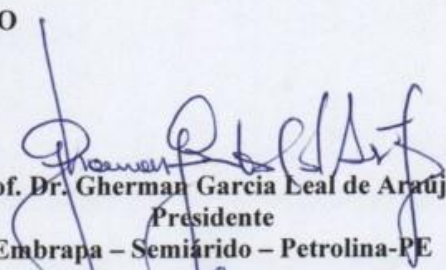
AUTOR: Messias de Sousa Nogueira

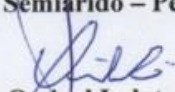
ORIENTADOR: Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo

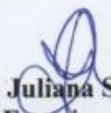
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo
Presidente
Embrapa – Semiárido – Petrolina-PE


Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro
Examinador
Universidade Federal da Bahia


Profa. Dra. Juliana Silva de Oliveira
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba

Areia, 23 de março de 2015

À minha mãe Maria Gorete de Sousa Nogueira, que desde o dia em que gerou minha vida em seu ventre, vem sendo o maior motivo de minhas conquistas e assim tem possibilitado a cada dia com sua luta para está sempre me apoiando, tem servido de inspiração para que eu construa a minha própria história.

Ao meu amado pai Jorge Washington Nogueira (em memória), que por motivos superiores aos meus entendimentos não está materializado na forma humana ao meu lado para compartilhar de mais esse grande passo em minha vida, a você meu pai, meu eterno amor e gratidão pela via que me deste.

Aos meus dois irmãos BharbaraKerle de Sousa Nogueira e Jorge Washington Nogueira Junior, assim como aos meus sobrinhos Evelin Sophia Maria de Sousa Nogueira Oliveira e Kayque Matheus Neves de Souza Nogueira por estarem sempre ao meu lado, me dando forças para vencer e continuar a caminhada, a vocês o meu eterno amor e gratidão.

Aos meus avós Eustácio Barbosa de Sousa e Iracina Algusta (em memória) que são os baluartes de nossa família. Nenhuma palavra vai descrever o sentimento de amor e gratidão que discorre em meu peito, mas mesmo assim agradeço do fundo de meu coração toda a minha educação e o amor que a nós foi dado em quanto estavam ao nosso lado.

A todos os meus tios: Analdir, José, Luiz (em memória), Eugenio, Lucimar, Maria Eneide, Celina, Isaura, Maria, que cada um de forma particular teve uma parcela de ajuda em minha história e na construção do meu saber. A todos vocês meu eterno amor e gratidão.

A meu primo Hegilli Franklin de Sousa, por ter sido um grande amigo e irmão em todos os momentos tortuosos de minha vida.

Ao senhor Francisco de Assis Aires de Lucena e a senhora Maria Helena Tavares de Lucena, por todo o carinho, amizade e apoio em todos os momentos complicados ou não dessa caminhada que estiveram ao meu lado, me dando forças para continuar minha jornada.

À Deus e à Virgem Santa, por terem me dado forças a cada amanhecer para enfrentar as barreiras que a vida nos impõe e que mesmo assim nunca fiquei no chão após uma queda, sempre fiz de meus deslizes uma fonte de fortalecimento para viver o novo dia que estava por vir.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus, ao nosso senhor Jesus Cristo, à Virgem Maria por terem me dado forças a cada amanhecer para enfrentar as barreiras que a vida nos impõe e que mesmo assim nunca fiquei no chão após uma queda, sempre fiz de meus deslizes uma fonte de fortalecimento para viver o novo dia que estava por vir.

Aos meus amigos de infância de minha terra natal (Serra Branca) por sempre me proporcionar momentos de descontração em meio toda a turbulência da vida acadêmica.

A todos os meus primos que de forma direta e indireta os que estavam perto ou longe conseguiram sempre me dar apoio em minhas decisões e fortaleceram a realização desse sonho.

A todos os amigos (a) que fiz nessa caminhada, Nagnaldo, Thomaz, Gil, Edjanio, Ananias, Elder, Danilo, Danillo Marte, Elber, Arllan, Arcôncio, Wendel, Cássio, Rose, Renato, Alexandre Lemos, Flavio, Ricardo, Marquinhos, Robinho, Charles, Tiago, Oscar, Adriano, Itálo, Gabriel, Guilherme, Vinícios, Edson, Timão, Uriel, Sansão, Morgado, Gil Salviano, Rafael, Tayrone, Thiago belo, Vanubia, Rosa, Silvana, Fátima, Fran, Joyanne, Yanna, Waleska, Solange, Marilania, Rosangela, Lyete, Cristica, Candice, Clariana, Vania, Luana, Mariana, Ana Barros, Ana Maya, Ana Gomes, Yasmin, Yohana, Isadora, Andréia, Renata, Fernanda, Tiara, Aline, Layse, Larissa, Patrícia, Sheilla, Gabiane.

A todos que compõe o GEF por terem sido amigos e companheiros durante essa caminhada, essa vitória também é de cada um de vocês.

Aos meus mestres (professores) do jardim até os dias atuais, que me ensinaram as lições da vida e as acadêmicas também. Em particular agradeço aos que me instruíram a vida acadêmica e a pesquisa, Professora Fabíola Nunes, Ivo Pivato, Juliana Silva, Patricia Navez, Tadeu Vinhas, Paulo Sergio, Severino Gonzaga, Edson Mauro, Gherman Garcia.

À Dona Socorro, por toda a disponibilidade durante todo o tempo que morei na república em Areia.

A minha amiga Thaise Rosa, por ser além de amiga e companheira, que por menos tempo que passamos juntos devido as minhas atribuições e responsabilidades

acadêmicas, tem sempre estado ao meu lado, me apoiando e fortalecendo minha alta estima para que assim eu possa lograr êxito nessa caminhada.

Aos funcionários da UFPB, Vanda, Valdir, Dona Carmen, Graça e os demais funcionários, por sempre estarem dispostos e acessíveis, para contribuir com a minha pessoa no decorrer dessa caminhada.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela contribuição primorosa na construção do meu saber.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa (CNPq) pela disponibilidade da bolsa de estudos.

Os meus mais sinceros e condolentes agradecimentos!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Messias de Sousa Nogueira, filho de Jorge Washington Nogueira[†] e Maria Gorete de Sousa Nogueira, nasceu em 04 de Abril de 1979, na cidade de Campina Grande, natural da cidade de Serra Branca Estado da Paraíba-PB.

No ano de 2003, concluiu o ensino médio na Escola Estadual de 1º e 2º Grau Senador José Gaudêncio, na cidade de Serra Branca, PB.

Em maio de 2008, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB, concluindo o curso em dezembro de 2012.

Durante esse período foi monitor da disciplina de Bromatologia e Higiene e Sanidade Animal, bolsista de projetos de extensão nos anos de 2009 e 2011, Iniciação Científica – PIBIC/CNPQ por um ano, de dezembro de 2011 a dezembro de 2012.

Em março de 2013, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, na área de Avaliação de Alimentos e Sistemas de Alimentação para Ruminantes e Não-ruminantes.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição químico bromatológica do material ensilado	36
Tabela 2	Valores dos percentuais de matéria seca (MS), capacidade tampão (CT) e carboidratos solúveis totais (CST) na material natural dos tratamentos	37
Tabela 3	Valores de probabilidade para os efeitos de farelo de trigo (FT), ureia e da interação entre os fatores, para os constituintes de perfil fermentativo: perdas por gases (PG), efluentes (EFL), recuperação de matéria seca (RMS), Potencial hidrogeniônico (pH), Nitrogênio amoniacal (N-NH ₃), ácido láctico (AL), ácido acético(AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) nas silagens de Palma forrageira	37
Tabela 4	Teores médios de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (EFL), recuperação de matéria seca (RMS), potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) de silagem de palma aditivada com farelo de trigo	38
Tabela 5	Valores médios de perdas por gases, perdas por efluentes, recuperação de matéria seca, pH e NH ₃ de silagem de palma submetido ou não a adição de uréia	38
Tabela 6	Teores médios de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) de silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo e sem e com adição de uréia	39
Tabela 7	Contagem de populações microbianas das silagens de palma forrageira	40
Tabela 8	Valores de probabilidade para os efeitos de farelo de trigo (FT), uréia e da interação entre os fatores, para os constituintes bromatológicos de: Matéria seca (MS), Matéria Orgânica (MO), Matéria Mineral (MM), Proteína bruta (PB), Fibra em detergente Neutro (FDN), Extrato etéreo (EE), Lignina (LIG), Carboidratos não fibrosos (CNF) e Carboidratos solúveis totais (CST), nas silagens de Palma forrageira	40
Tabela 9	Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), estrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF) em relação ao uso do farelo de trigo na silagem de palma	40
Tabela 10	Valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos solúveis totais (CST) de silagem de palma submetido ou não a adição de uréia	41
Tabela 11	Teores médios de lignina (LIG) e carboidratos solúveis totais (CST) nas silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo sem e com adição de uréia	42

Tabela 12	Valores de probabilidade para os efeitos de farelo de trigo, uréia e da interação entre os fatores para os constituintes de estabilidade aeróbia potencial hidrogênio (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH ₃), ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP), ácido butírico (AB), temperatura média (t°C média), temperatura máxima (t°Cmáx), hora da temperatura máxima (Ht°Cmáx) e taxa de aquecimento (°C/hora)	42
Tabela 13	Teores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) e temperatura máxima (t°Cmáx) da silagem de palma em função de níveis de farelo de trigo	43
Tabela 14	Contagem de populações microbianas após a perda da estabilidade aeróbia na silagem de palma forrageira não tratada e aditivada com uréia	43
Tabela 15	Valores médios de pH, ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) de silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo e sem e com adição de uréia após a perda da estabilidade aeróbia	44
Tabela 16	Valores médios de temperatura média (t°C médio), hora de temperatura máxima (H t°Cmáx) e taxa de aquecimento (°C/hora) de silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo e sem e com adição de uréia após a perda da estabilidade aeróbia	

PERFIL FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SILAGENS DE PALMA FORRAGEIRA ADITIVADAS COM URÉIA E FARELO DE TRIGO

RESUMO GERAL

No Semiárido Brasileiro, em função da adaptação da palma forrageira às condições edafoclimáticas, essa forrageira vem sendo utilizada em larga escala, tornando-se a principal fonte de alimentação volumosa dos rebanhos. No entanto, o seu uso tem sido restrito ao período seco do ano, com custos elevados de mão de obra para corte e fornecimento diretamente no cocho. A forma de colheita também pode comprometer o potencial de rebrota do palmal, uma vez que a sua utilização é desuniforme e distribuída ao longo de todo período de estiagem. Desse modo objetivou-se avaliar a composição química, as populações microbianas, o perfil fermentativo, as perdas na ensilagem e a estabilidade aeróbia da silagem de palma aditivada com uréia e farelo de trigo. Para a maximização dos palmais com aplicação de técnicas de conservação. O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos representados pelos diferentes níveis de farelo de trigo (0; 5; 10; 20% de farelo de trigo com base na matéria seca) e quatro repetições por tratamento. Para o ensaio de estabilidade aeróbia, foram confeccionados 32 silos com as respectivas adições de farelo de trigo, com e sem a adição de 1% de uréia na matéria seca, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, arranjado em um esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses quatro níveis de farelo de trigo x a adição ou não de uréia. A palma forrageira é uma cactácea que apresentou percentuais de matéria seca de 12 (%MS), capacidade tampão de 22 (mEq/100g MS) e carboidratos solúveis de 120 (g/kg de silagem). Essas características associadas à microbiota, pH e os percentuais de ácidos orgânicos possivelmente favoreceram o seu processo fermentativo. Suas características bromatológicas também foram avaliadas, a palma apresentou fibra em detergente neutro de 31 (FDN%), proteína bruta de 6 (PB%). Essas características possivelmente favorecerão o processo de fermentação ideal para a silagem de palma.

Palavras-chave: carboidratos, nutrição, *opuntia fícus-indica*

PERFIL FERMENTATIVO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SILAGENS DE PALMA FORRAGEIRA ADITIVADAS COM URÉIA E FARELO DE TRIGO

ABSTRACT

In the Brazilian semiarid, depending on the adaptation of cactus of edaphoclimatic conditions, this forage has been used on a large scale, becoming the main bulky power supply flocks. However, its use has been restricted to the dry season, with high costs of labor for cutting and supply directly into the trough. The form of crop can also compromise the potential for regrowth of cactus, since its use is uneven and distributed throughout the dry period. Thus the objective was to evaluate the chemical composition, microbial populations, the fermentation profile, losses in silage and aerobic stability of silage additives palm with urea and wheat bran. To maximize the palms with application of conservation techniques. The experiment was carried out in the Forage Section of the Federal University of Paraíba. We used a completely randomized design with four treatments represented by different wheat bran levels (0, 5, 10, 20% wheat bran based on dry matter) and four replicates per treatment. For the aerobic stability test were made 32 silos with their bran additions, with and without the addition of 1% urea on dry matter, we used a completely randomized design, arranged in a 5x2 factorial arrangement with five four of wheat bran levels x or without addition of urea. The cactus is a cactus that had percentage of dry matter of 12 (% DM), buffer capacity 22 (mEq / 100 g DM) and soluble carbohydrate (120 g / kg of silage). These characteristics associated microbiology, pH and percentage of organic acids possibly favored its fermentation process. Their qualitative characteristics were also evaluated, palm presented neutral detergent fiber 31 (NDF%), crude protein 6 (CP%). These characteristics possibly favor the fermentation process ideal for silage palm.

Key words: carbohydrates, nutrition, *opuntia ficus-indica*

Sumário

AGRADECIMENTOS.....	iii
BIOGRAFIA DO AUTOR.....	5
LISTA DE TABELAS	6
RESUMO GERAL.....	8
ABSTRACT.....	9
REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
Ensilagem de Forragens	11
Microbiologia de silagem	13
Perdas na ensilagem	16
Estabilidade aeróbia de silagens	18
Aditivos em silagem.....	18
Uréia em silagens úmidas.....	19
Farelo de trigo em silagens.....	20
Palma forrageira	21
RESUMO.....	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
Local do experimento.....	33
Delineamento experimental.....	33
Procedimento de ensilagem.....	33
Variáveis avaliadas.....	34
Análises laboratoriais	34
Análises estatísticas.....	36

REFERENCIAL TEÓRICO

Ensilagem de Forragens

A região Semiárida apresenta características de precipitação muito dispersa e de ocorrência em poucos meses do ano, dessa forma caracterizando um cenário conflitante para produção agropecuária, tendo em vista que no período de prolongada estiagem a disponibilidade de forragens de boa qualidade para alimentação animal decresce consideravelmente. Esse fato faz com que os produtores busquem formas alternativas de produção e disponibilização de plantas forrageiras de boa qualidade para suprir a diminuição do suporte forrageiro imposta pela escassez das chuvas. Uma das alternativas mais utilizadas é o cultivo de gramíneas irrigadas como é o caso do capim-elefante e o plantio de plantas exóticas adaptadas às condições edafoclimáticas do Semiárido como é o caso da palma forrageira (PEREIRA et al., 2009).

A conservação de forragens vem sendo difundida nesta região através das instituições de pesquisas e seus parceiros, tendo em vista o déficit hídrico e escassez de forrageiras de boa qualidade na maior parte do ano. A ensilagem é uma tecnologia que busca a manutenção das características nutricionais do alimento, assim como manter a água em sua forma biológica prontamente disponível na dieta. Podendo-se armazenar o excedente forrageiro produzido durante o período das chuvas para uso posterior deste alimento (PEREIRA et al., 2009).

A ensilagem consiste num processo que visa a preservação da forragem recém colhida, ou caso necessário, pré-secadas e armazenadas mantendo seu valor nutricional, com o intuito de fornecer como fonte de alimento aos animais nos períodos de baixa produção de massa de forragens de boa qualidade no pasto (SANTOS & ZANINE, 2006; PEREIRA et al., 2007).

O processo de ensilagem baseia-se na conversão dos carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico produzido pela ação das bactérias ácido lácticas (BAL). A produção e consequentemente o aumento da concentração desse ácido proporciona a queda do pH, inibindo a ação de microrganismos deterioradores que possam vir a provocar fermentação secundária (SANTOS & ZANINE, 2006). Todo o processo deve ser executado de forma que promova a anaerobiose, por esse motivo os cuidados na compactação e vedação dos silos são primordiais para manutenção de um ambiente adequado para uma boa fermentação (McDONALD, 1981).

As BAL são microrganismos gram-positivos que não apresentam mobilidade nem produção de esporos, não possuindo a enzima catalase, com geração de ácido láctico como produto final de sua fermentação. Alguns grupos de BAL podem produzir CO₂, etanol e outros metabólicos, esses grupos recebem a denominação de heterofermentativas (SANTOS; ZANINE, 2006). No processo de fermentação, as bactérias lácticas homofermentativas, como o *Lactobacillus plantarum*, são as que apresentam maior atividade fermentativa na silagem. Contudo, no período inicial do processo de fermentação as BAL heterofermentativas são responsáveis pela manutenção do ambiente ácido favorável à fermentação láctica (SANTOS, et al., 2006).

O processo de ensilagem pode se dividir em quatro fases (fase aeróbia, fase de fermentação, fase de estabilidade e a fase de descarga):

A fase aeróbia, ocorre durante o processo de enchimento e vedação do silo. No decorrer desse processo existe uma elevada concentração de oxigênio (O₂) que promove a ação de microrganismos aeróbios como os fungos, leveduras e bactérias aeróbias. A ação desses microrganismos, em conjunto com a respiração das plantas ensiladas, reduz a quantidade de oxigênio (O₂).

A segunda fase do processo é a fase de fermentação ativa do material ensilado. Nesse momento, tem-se a queda do pH devido a formação dos ácidos orgânicos na silagem pela fermentação dos açúcares. No início do processo, ocorre a ação de bactérias heterofermentativas e enterobactérias, posteriormente com a queda do pH estabelece-se a fermentação por bactérias homofermentativas, esse processo ocorre até que o pH caia para valores abaixo de 5,0.

Após os valores de pH decrescerem a baixo de 5,0 estabelece-se a terceira fase que é a fase de estabilidade do material ensilado, pois o pH ácido e a anaerobiose promovem a conservação da silagem até a abertura do silo.

Por fim, a fase de descarga. Uma fase delicada onde a massa ensilada é exposta a uma elevada concentração de O₂, essa exposição favorece o crescimento de fungos filamentosos e leveduras. Assim é estabelecida a fase de estabilidade aeróbia, que é o potencial da massa ensilada em inibir ao máximo a proliferação de microrganismos potencialmente prejudiciais ao valor nutricional da massa ensilada, atuantes quando a silagem entra em contato com O₂, promovendo fermentações secundárias (PEREIRA; MACIEL; VASCONCELOS, 2009).

Em todas as fases do processo de ensilagem, a maioria das alterações químicas é promovida por reações das enzimas microbianas assim como da própria planta. Estas

reações convertem os carboidratos em componentes como ácidos orgânicos e gases, podendo ocorrer também a quebra das proteínas. Os compostos resultantes são oriundos da atividade de determinadas espécies de bactérias, a depender da qualidade e o tipo de substrato encontrado na massa ensilada, assim como da microflora epifítica encontrada na planta (McDONALD et al., 1991).

Microbiologia de silagem

Os microrganismos da microbiota epifítica presentes nas forrageiras são de grande importância no estudo da qualidade dos produtos finais do processo de ensilagem. Desse modo, os microrganismos que compõem esse material devem ser identificados inicialmente antes mesmo do processo de ensilagem, pois o conhecimento prévio desses microrganismos disponibiliza informações referentes à possível forma de fermentação do material (MUCK, 2010). O conhecimento prévio e a quantificação dos grupos microbianos possibilita traçar um perfil relacionado ao padrão inicial de fermentação da massa ensilada (PEREIRA et al., 2007).

Dentre os respectivos grupos de microrganismos que compõe a silagem, os principais grupos são de bactérias ácido lácticas, leveduras, mofo, clostrídios, bacilos e bactérias do ácido acético (MUCK, 2010). Esses microrganismos desempenham papéis particulares no processo fermentativo da silagem, podendo promover silagens de boa qualidade assim como resultar em materiais impróprios ao consumo animal.

As BAL pertencentes ao gênero *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, e *Leuconostoc* (GOLLOP et al., 2005) são encontradas em silagens e tem como produto da fermentação de açúcares, assim como outros produtos, o ácido acético, etanol e dióxido de carbono. Esse grupo de microrganismo é agrupado como homofermentativo e heterofermentativo e essa classificação é dada devido aos produtos da fermentação de glicose.

As bactérias do ácido acético também fazem parte dessa microflora na silagem. Esses microrganismos crescem em ambiente de pH baixo e etanol, o produto de sua fermentação é o ácido acético. Quando não se tem mais uma fonte de etanol para seu desenvolvimento, esses são capazes de crescer em ácido acético, produzindo dióxido de carbono e água, promovendo o aumento no pH da silagem e consequentemente favorecendo fermentação indesejada, assim as bactérias do ácido acético são consideradas sinalizadoras de deterioração aeróbia (MUCK, 2010).

Na massa da silagem há também a presença das enterobactérias que, por sua vez, são concorrentes diretas das BAL pelos açúcares da massa de silagem. São microrganismos anaeróbios facultativos que na ausência do oxigênio podem usar o nitrato na captação de elétrons. As enterobactérias são os principais microrganismos produtores de gases nas silagens, as enterobactérias são precursoras de endotoxinas prejudiciais à saúde animal. Outros produtos de sua fermentação são o ácido succínico e 2,3-butanodiol, contudo o principal produto de sua fermentação é o ácido acético (MUCK, 2010).

As enterobactérias são um grupo de microrganismos anaeróbio que podem promover perdas na silagem, pois fermentam açúcares proporcionando perdas de matéria seca e energia. A ação desses microrganismos é inibida com a queda do pH abaixo de 4,0, com a produção de ácido láctico através das BAL no processo fermentativo (WOOLFORD, 1990; SANTOS et al., 2008).

Os clostrídios, através de contaminações, podem estar presentes e se desenvolverem nas silagens, principalmente em silagens de pH elevado. São microrganismos anaeróbios obrigatórios e as espécies mais importantes nas silagens estão divididas em três grupos conforme os produtos resultantes de sua fermentação: os Clostrídios proteolíticos, *Clostridium butyricum* *Clostridium tyrobutyricum*. Sendo o *Clostridium butyricum* e o *Clostridium tyrobutyricum* os principais responsáveis pela formação primária do ácido butírico, ácido acético, hidrogênio e dióxido de carbono nas silagens. Estes compostos podem estar associados à diminuição da ingestão de silagens pelo gado, com evidencia de atividade clostrídica, podendo causar distúrbios nutricionais a vacas leiteiras, como é o caso da cetose (MUCK, 2010). Ainda, a fermentação por *Clostridium* pode causar perdas de matéria seca (MS) da massa de silagem em cerca de 51% na MS (McDonald et al., 1991).

As leveduras são consideradas os principais microrganismos deterioradores e prejudiciais de silagens, principalmente após a exposição ao ar da massa da silagem. Esses microrganismos são capazes de crescer em pH abaixo de 3,5, bem como podem utilizar o ácido láctico como substrato, quando em aerobiose, dessa forma possibilitando o aumento do pH e a ação indesejada de microrganismos deteriorantes da massa da silagem, tendo em vista que as leveduras promovem o aumento do pH (MUCK, 2010).

Os mofo ou fungos filamentosos também fazem parte de degradação da massa ensilada. O crescimento e ação dos fungos filamentosos na massa da silagem ocorrem lentamente, contudo esses microrganismos são produtores de micotoxinas quando o

meio proporciona condições de estresse para os fungos filamentosos. Apesar de não serem prejudiciais à massa ensilada, essas micotoxinas são motivo de preocupação à saúde dos animais alimentados com a silagem contaminada (MUCK, 2010).

No processo de fermentação, a espécie *Lactobacillus plantarum* são os que proporcionam maior fermentação na silagem, contudo no período inicial do processo de fermentação outras bactérias láticas podem auxiliar na manutenção do ambiente ácido favorável à fermentação láctica (SANTOS et al., 2006). Segundo McDonald et al. (1991) a massa ensilada quando passa por um processo de fermentação baseado na ação de bactérias homofermentativas como é o caso das bactérias ácido láctico (BAL), deste modo o *Lactobacillus plantarum* é a espécie predominante na massa ensilada, contudo, ainda existe a possibilidade de bactérias heterofermentativas estarem presentes no material ensilado em quantidades consideráveis, reduzindo à medida que cai o pH da massa ensilada.

O declínio acentuado do pH da massa ensilada é um fator que minimiza os riscos de fermentação secundária indesejáveis relacionadas a ação de enterobactérias ou clostrídios, que são os principais microrganismos causadores da degradação da proteína presente na silagem (DRIEHUIS & WIKSELAAR, 2000). Outro fator que possibilita boa fermentação da silagem é o rápido consumo do oxigênio (O_2), dessa forma inibe a possível ação de fungos filamentosos e leveduras (SCUDAMORE & LIVESE, 1998). O consumo do oxigênio O_2 presente na massa ensilada reduz significativamente o número de fungos presentes na silagem nas condições de anaerobiose, pois a presença desse componente é um fator diretamente ligado à ocorrência de fungos em silagens (STORM et al, 2010).

A presença do oxigênio em silagens promove o surgimento e multiplicação acelerada de diversos microrganismos aeróbios deletérios em silagens que promovem a perda de componentes nutricionais bem como a perda de matéria seca elevada (WOOLFORD, 1990; BOLSEN, LIN, & BRENT, 1992).

Os prejuízos causados pela ação de microrganismos aeróbios não estão apenas ligados à perda do valor nutritivo (WHITLOCK et al., 2000), esse prejuízo ocorre conjuntamente com a qualidade higiênica das silagens, devido ao aumento no risco de contaminação e proliferação de microrganismos patogênicos que possivelmente possam provocar danos à saúde animal, assim como humana, como é o caso dos fungos filamentosos, bacilos e *Listeria monocytogenes*. A ação desse microrganismo possibilita o aparecimento de toxinas na silagem como é o caso do botulismo que pode levar os

animais a óbito e proporcionar sérios riscos à saúde humana (WOOLFORD, 1990; IVANEK, GRÖHN, & WIEDMANN, 2006).

Perdas na ensilagem

A avaliação de perdas em processos de ensilagem tem sido realizada de forma rotineira em laboratórios com uso de silos laboratoriais, com tampa e acrescidos de válvula para eliminação dos gases na confecção dos silos experimentais com intuito de reproduzir em laboratório um ambiente similar às condições de campo. O uso da válvula e areia são aplicados na quantificação de fluidos decorrentes do processo de fermentação e são de grande importância na avaliação da qualidade da massa ensilada, assim como o padrão fermentativo das forragens ensiladas (JOBIM et al., 2007). Dentro do processo de ensilagem os principais fatores que influenciam na qualidade nutricional da massa ensilada é a produção de água, gás, calor e efluentes, essas reações ocorrem durante a segunda fase do processo de ensilagem que é conhecida como fase de fermentação ativa (VAN SOEST, 1994).

Na ensilagem de plantas forrageiras que concentrem altos teores de umidade e baixas concentrações de carboidratos solúveis no momento ideal de corte pode haver perdas, pois essas características inibem o rápido declínio do pH possibilitando assim o surgimento de fermentações secundárias que resultam em perdas de nutrientes (McDONALD, 1981). O percentual de matéria seca (MS) do material verde que vai ser usado na silagem também proporciona melhor atividade fermentativa da massa. Segundo JOBIM et al. (2007), o percentual de MS deve variar entre 28 a 40%, pois quando esses valores se encontram abaixo de 25% a silagem fica vulnerável a ação de microrganismos deterioradores, além de resultar em perdas por efluente. Por outro lado, valores superiores a 40% dificulta o processo de compactação. Com relação aos teores de carboidratos solúveis na planta forrageira a ser ensilada, esses valores devem variar de 8 a 10% (MS) para que o ambiente permaneça ideal para fermentação láctica (McDONALD et al., 1991).

Em estudos relacionados ao uso de aditivos químicos, SCHMIDT et al. (2007), avaliaram a produção de etanol em silagens e verificaram que a produção de álcool está ligada diretamente à queda da MS da massa ensilada, bem como de seus substratos. Um outro problema relatado por NEUMANN et al. (2007): a proteólise está diretamente ligada aos valores de %MS, carboidratos solúveis, proteína bruta (%PB), pH, tempo de ensilagem e tempo de fermentação do material ensilado. Portanto, para se amenizar as

perdas na ensilagem algumas técnicas de aplicação de aditivos absorventes podem proporcionar melhoria do valor nutricional e controlar as perdas por efluentes das silagens (ANDRADE et al., 2010).

Outras características na redução das perdas do processo de ensilagem são as rotinas de corte, picagem, acondicionamento do material no silo, o tipo de silo que vai ser usado, a porosidade da lona de revestimento do silo, o tempo de exposição ao ar da massa de forragem a ser ensilada e o fechamento o mais breve possível, esses cuidados são necessários no controle das perdas provenientes de fermentações indesejadas no material ensilado (FREIXIAL & ALPENDRE, 2013).

A estimativa da condutividade de água (A_w) visa avaliar a água disponível no alimento que proporciona a ação microbiana, bem como as reações bioquímicas que possam trazer deterioração do alimento (DITCHFIELD, 2000). Com relação ao processo de ensilagem, a A_w é de fundamental importância na manutenção da qualidade fermentativa da silagem, assim como na fase de descarga onde ocorre uma ação mais intensiva dos microrganismos da silagem pelo contato com ar (JOBIM et al., 2007). O baixo valor de A_w na silagem provavelmente está intrinsicamente ligado a queda do pH, pois as bactérias do ácido láctico tem boa tolerância a ambientes com baixa umidade, desse modo agregando valor nutricional a massa ensilada.

Capacidade tampão (CT) é uma característica inerente às plantas forrageiras. A CT é uma forma de resistência que as forragens apresentam à queda do pH. Essa reação é composta por um número de reações ocorridas intracelularmente nas plantas forrageiras dependente de seus constituintes bioativos como o percentual de proteína bruta (PB), íons inorgânicos como (Ca, K e Na), os ácidos orgânicos e seus respectivos sais. Esse conhecimento é de grande importância, pois quanto maior for a capacidade tampão de uma planta forrageira, mais lentamente ocorre a queda do pH do material ensilado e dessa forma expondo o matéria a ação de microrganismo de fermentação secundária (JOBIM et al., 2007).

Um fator diretamente ligado a CT é o valor de pH da forrageiras a serem ensiladas. O pH por muito tempo foi considerado como indicador de qualidade de silagens, contudo, sugere-se que esse critério seja redefinido levando em consideração alguns fatores inerentes ao processo de fermentação. Algumas silagens apresentam baixo teor de umidade, podendo levar a elevados valores de pH acima de 4,2. Todavia o pH é considerado um bom indicador de qualidade de silagens que tenham baixo

percentual de MS e não sendo indicado na avaliação de qualidade de silagens de forrageiras com alto teor de MS (CHERNEY & CHERNEY, 2003).

Estabilidade aeróbia de silagens

O processo de estabilidade aeróbia de silagens é basicamente interpretado como a capacidade de manutenção dos valores nutricionais da silagem mesmo depois de exposta ao ar. Essa característica vem sendo avaliada principalmente pela elevação da temperatura da massa ensilada, o aumento no pH, o tempo e a velocidade desprendido para que essas reações ocorram e a essas são atividades que caracterizam atividade microbiana intensa no material como um todo (AMARAL et al., 2008).

ELFERINK et al. (2002) definem que a estabilidade aeróbia de silagens é dada pela resistência à elevação da temperatura no painel do silo durante a fase de descarga e oferta da silagem aos animais no cocho. Já O'KIELY et al. (2001) ressaltam que a estabilidade aeróbia de silagem é definida como a resistência à elevação da temperatura da massa ensilada até 2°C acima da temperatura ambiente.

A estabilidade aeróbia das silagens pode ser verificada também com base no consumo dos substratos disponíveis na massa. Assim é possível constatar que a qualidade da massa ensilada (ME) é determinante pela ação do oxigênio e sua penetração na massa ensilada, pois conforme o tempo de exposição do material ensilado, tem-se o efeito de porosidade da massa ensilada (kg de silagem/m³). Assim a atividade microbiana aeróbia será intensificada de acordo com a qualidade dessa silagem, disponibilizando mais carboidratos solúveis e ácido lático residual (JOBIM et al., 2007).

Aditivos em silagem

Algumas espécies forrageiras antes de passar pelo processo de ensilagem devem ser avaliadas quanto ao seu teor de umidade. Quando esse for acima de 70% ou abaixo de 55% comparadas com o percentual de carboidratos solúveis inferior a 8%, recomenda-se cuidados especiais, como é o caso da silagem da cana de açúcar (EVANGELISTA & LIMA, 1999). Portanto, para se obter silagens resultantes de um bom processo fermentativo alguns autores têm avaliado o uso de aditivos nas silagens.

Segundo EVANGELISTA & LIMA (1999) aditivos são substâncias utilizadas no processo de ensilagem que possibilitam a diminuição das perdas, estimulam o processo de fermentação e agregam valor nutricional ao material ensilado, melhorando assim a palatabilidade e consumo da silagem obtida. Essas alterações no valor nutritivo

das silagens estão relacionadas ao tipo de aditivo usado no processo de ensilagem, pois o mesmo promove alterações no consumo de MS assim como na digestibilidade dos nutrientes. Logo o uso de aditivos tem como objetivo proporcionar melhor padrão fermentativo consequentemente melhor valor nutritivo a silagem obtida.

Aditivos químicos e biológicos vêm sendo testados com diferentes tipos de forrageiras, com o intuito de controlar as perdas e viabilizar a prática da ensilagem (PEREIRA; MACIEL; VASCONCELOS, 2009). Assim a uréia, alguns tipos de farelos e derivados das indústrias, são exemplos de aditivos que vem sendo testados com maior frequência com o intuito de viabilizar a prática da ensilagem de forrageira com alto teor de umidade e açúcares solúveis.

Segundo HENDERSON (1993) os aditivos ideais para serem usados nas forragens quando ensiladas são os que proporcionem segurança ao manuseador, controle ao máximo os processos fermentativos, reduzindo as perdas de MS, promova melhoria higiênica do material ensilado, aumente o valor nutritivo da silagem obtida, melhore a estabilidade aeróbia das silagens e que promova o retorno financeiro ao produtor por sua aplicação.

Uréia em silagens úmidas

Na alimentação de ruminantes o uso de alimentos com percentuais adequados de carboidratos não-fibrosos e digestíveis, servem como substrato para microflora ruminal na síntese de proteína a partir da amônia. Dessa forma o uso de fontes de nitrogênio não proteico (NNP) como a uréia promove acréscimo no valor proteico em alimentos pobres desse nutriente. A uréia é um ingrediente que serve como fonte de NNP de menor custo por unidade de nitrogênio produzido, desse modo pode substituir as fontes de nitrogênio proteico a base de farelos, (TOSTO et al., 2008).

O uso de aditivos químicos em silagens tem como objetivo controlar as reações químicas e biológicas durante o processo de fermentação, contudo a falta de conhecimento ou domínio no uso das técnicas pode proporcionar efeitos contrários aos esperados do processo de fermentação com a inibição das bactérias homoláticas, promovendo o decréscimo na palatabilidade da silagem. Assim a utilização da uréia (NNP) como aditivo em silagens proporciona melhoria no valor nutricional em espécies de forrageiras de baixo percentual de PB além de atuar na preservação da massa ensilada (EVANGELISTA & LIMA, 1999). Segundo PEREIRA et al. (2007), a utilização da uréia como aditivo tem como base a facilidade de sua aquisição, assim

como o seu manejo e aplicação. Outro fator é a produção de amônia (NH_3) com a presença da uréia devido a transformação parcial da uréia em amônia na silagem.

A amônia produzida tem ação antimicrobiana e inibe o surgimento de mofo e leveduras, dessa forma reduzindo a provável produção de etanol, proporcionando menores perdas de MS e carboidratos solúveis (SCHMIDT, 2006). Essa transformação da uréia em amônia se dá pela reação entre a uréia e água formando o hidróxido de amônio (NH_4OH), elevando o pH e atuando sobre o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (KUNG et al, 2003). Segundo PEREIRA et al. (2007), o uso de 5% de uréia em silagens possibilita a elevação do pH, aumento nos teores médios de nitrogênio amoniacal como o nitrogênio total, assim como elevando os teores médios de PB nas silagens. VIEIRA et al, (2004), avaliando a qualidade de silagens de sorgo com aditivos a adição de 5% de uréia na massa ensilada constatou aumento na produção de PB em torno de 40% com relação às silagens testemunhas.

Portanto pode-se afirmar que a uréia promove melhor manutenção aos valores de pH, bem como níveis de ácido láctico desejados durante a fase dois do processo de fermentação, devido ao poder tampão da amônia e dessa forma a inibição da fermentação acética e aumentando a estabilidade aeróbia da silagem na fase de descarga (NEUMANN et al., 2010). A uréia pode ser utilizada como aditivo higroscópico, desse modo em silagem de alto teor de umidade adicionada com uma fonte de farelo secundária possibilita menores perdas por efluentes e consequentemente a proteólise assim como menor ação de microrganismos indesejados que por ventura proporcionassem fermentação secundária.

Farelo de trigo em silagens

Plantas forrageiras que são utilizadas na alimentação animal na forma de silagem devem prioritariamente seguir alguns pré-requisitos principalmente no que se refere ao seu conteúdo de carboidratos solúveis totais, seguidos de seu percentual de matéria seca, pois fontes de alimentos com alta umidade e baixa concentração de carboidratos solúveis, possibilitam a ação de microrganismos indesejados que proporcionem fermentação secundária como é o caso das enterobactérias, *clostrídios*, leveduras e fungos filamentosos.

Desse modo, indica-se a adição de uma fonte de fibra na silagem para minimizar os efeitos de possíveis distúrbios nutricionais e perdas por efluentes no processo de ensilagem de forrageiras com alto teor de umidade. Nesse caso o farelo de trigo surge

como uma alternativa de aditivo absorvente para silagens de alto percentual de umidade, assim como um aditivo nutricional. Segundo ZANINE et al. (2006) o farelo de trigo pode ser utilizado em silagens como aditivo absorvente com intuito de minimizar as perdas por efluente de silagens, assim como na agregação de valor nutricional. O farelo de trigo tem como pontos positivos quando usado em silagens de alto teor de umidade o aumento no percentual de MS da silagem, seu percentual de PB e a diminuição nos teores de FDN e FDA da silagem.

RIBEIRO et al. (2008) avaliaram diferentes níveis de farelo de trigo em silagens de capim-tânzania observaram melhoria nos resultados referentes ao padrão fermentativo com a redução do pH das silagens, assim como a diminuição do nitrogênio amoniacal. A inclusão do nível de 11% de farelo de trigo na silagem possibilitou as respectivas melhorias no processo fermentativo obtendo silagens de boa qualidade. Desse modo a obtenção de silagens com essas características adicionadas de fontes ricas em fibra promove a homeostase na atividade ruminal como ruminação, movimentos peristálticos e manutenção da salivação.

Palma forrageira

A palma forrageira tem origem controversa, contudo, nesse trabalho foi levado em consideração à sua origem no México e sua distribuição geográfica pelo mundo assim como seu cultivo na América do Sul, África e na Europa (SOUZA et al., 2008). Um dos gêneros bem destacados é a *opuntia ficus-indica*, devido seu grande potencial comercial tanto na produção de cladódios como na produção de frutos comestíveis.

Os mecanismos adaptativos desta forrageira asseguram elevada produtividade em áreas áridas e semiáridas, pois essa planta apresenta bastante rusticidade e resistência as grandes adversidades edafoclimáticas dessas regiões (SOUZA et al., 2008). Essas características proporcionaram a palma forrageira condições adequadas para se adaptar ao Semiárido Brasileiro.

A palma forrageira vem se destacando frente às constantes mudanças climáticas ocorridas no atual cenário produtivo (MOURA et al., 2010). Tendo em vista que hoje no cenário mundial vem ocorrendo uma grande procura por produtos de origem animal e dentro desse contexto e inversamente proporcional a necessidade de produção em grande escala.

As mudanças climáticas vem se tornando um dos principais gargalos produtivos dentro da agropecuária principalmente nas regiões áridas e semiáridas, desse modo se

faz necessário o conhecimento adequado de culturas com condições adaptativas a essas regiões. Portanto o conhecimento das principais características adaptativas da palma forrageira as condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro é de grande importância nos processos produtivos dessa região.

Segundo SILVA & SANTOS, (2006), a classificação botânica da palma forrageira é pertencente à divisão: *Embryophyta*, subdivisão: *Archiclamideae*, da ordem: *Opuntiales* e família das *cactáceas*. A palma forrageira é uma planta que apresenta características adaptativas interessantes para as regiões semiáridas do Brasil, como é o caso do seu sistema radicular, pois o mesmo se apresenta de forma bastante superficial percorrendo uma profundidade de 0-100 mm o que possibilita a captação de águas de precipitações muito baixas e em alguns momentos até mesmo a absorção da umidade do orvalho noturno, mostrando ser muito bem adaptada as zonas áridas e semiáridas, essas raízes podem se espalhar por cerca de 1,5 a 1,8 m depois do primeiro ano de implantado o palmar, assim a drenagem no manejo da cultura é bastante importante tendo em visto a sua baixa tolerância a em sua zona radicular (SNYMAN, 2005).

Com essas características pode-se afirmar que a palma forrageira é planta nativa bem adaptada a diversos ambientes como as regiões tropicais do México assim como a regiões muito frias como no Canadá. Toda via pesquisas tem mostrado que a palma forrageira apresenta melhor desempenho produtivo quando cultivadas em locais com temperaturas médias de 25°C diurno e 15°C no período noturno (NOBEL, 2001). Segundo SAMPAIO (2005), regiões com noites amenas e elevada umidade do ar com possibilidades de ocorrências de orvalho disponibilizam condições ótimas ao cultivo dessa forrageira, inversamente locais que tenham noites quentes e com baixa umidade relativa do ar, essa forrageira tem maior perda de água prejudicando seu desenvolvimento.

Os mecanismos morfológicos dessa planta apresentam características bioquímicas para sua adaptação as condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro como o seu processo fotossintético conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas (MAC ou CAM) que maximiza o uso da água por essas plantas devido à absorção do CO₂ durante o período noturno e sua conversão em biomassa durante o período matutino. Assim essa é uma das principais culturas para o cultivo no semiárido, sua capacidade de retenção de água (FARIAS et al., 2000; RAVETTA & MCLAUGHLIN, 1996; SINGH & SINGH, 2003). Portanto a pouca disponibilidade de água associada à baixa qualidade das forrageiras durante os períodos de estiagens para suprir as

necessidades dos rebanhos no semiárido brasileiro coloca a palma forrageira como recurso indispensável tanto do ponto de vista nutricional como por suas características de armazenamento de água sendo assim uma fonte alternativa de disponibilidade de água (BISPO et al., 2007; WAAL; ZEEMAN & COMBRINCK, 2006).

Desse modo a palma forrageira em comparação a outras culturas tem elevada produtividade quando são aplicadas práticas de manejo adequadas, assim devesse preconizar solos adubados e corrigidos para cultura de palma, aplicar uma densidade ideal de plantas por área, manter o controle de pragas assim como o correto manejo dos palmais durante o processo de colheita (OLIVEIRA et al., 2010).

Características da palma para ensilagem

A palma forrageira é uma planta classificada como CAM e tem em seu aparato fisiológico mecanismos que tornam capaz sua sobrevivência nas condições adversas do Semiárido Brasileiro. Todavia apesar de seu potencial valor nutricional para ruminantes, essa forrageira não apresenta as características recomendadas na literatura para passa pelo processo de ensilagem, tendo em vista que a manutenção da massa ensilada é dada principalmente pelos conteúdos de MS que deve ser de 28 a 40%, carboidratos solúveis (CS) variando de 8 a 10% e capacidade tampão (CP) da forragem que não deve apresentar resistência a queda do pH ficando entre 3,8 e 4,2.

O percentual de MS da palma forrageira está em torno de 10% em cladódios jovens recém colhidos (ÇÜREK & ÖZEN, 2004), esse percentual é considerado muito baixo em relação ao preconizado por McDONALD et al, (1991) que é de 35 a 40% de MS, pois o baixo teor de MS associado ao alto teor de água na palma forrageira pode favorecer o desenvolvimento de fermentação indesejadas. Contudo a palma forrageira apresenta características nos seus componentes bioativos que promovem condições de manter a homeostase no ambiente da massa ensilada.

A formação de um gel emulsificante logo após a picagem dos cladódios da palma ocorre com o rompimento das células do clorênquima e parênquima onde fica armazenada a mucilagem, essa mucilagem é um hidrocolóide que proporcionam uma grande retenção dos fluidos da palma forrageira (SAAG et al., 1975).

Esse composto pode ser um dos principais responsáveis pela diminuição das perdas na ensilagem de palma, pois a mucilagem envelopa os compostos fluídos da palma impedindo sua perda por formação de efluentes. Portando o baixo percentual de MS da palma forrageira por si só, assim como seu alto teor de água não devem caracterizar essa forrageira como inadequada para a ensilagem.

Outro aspecto a ser avaliado no processo de ensilagem da palma forrageira está relacionado ao seu percentual de carboidratos solúveis (CS). A palma é uma forrageira rica em polissacarídeos pécnicos, essas pectinas são açúcares esterificados ricos em galactose, arabinose, xilose e frutose (HABIBI et al., 2004). RIBEIRO et al. (2010) mostraram em estudo da composição de carboidratos presentes na *Opuntia fícus indica* a presença de galactose, xilose, arabinose, glicose, frutose e sacarose nos cladódios de palma forrageira em diferentes períodos do ano. Esses açúcares podem ser utilizados como substratos durante o processo de fermentação pelas bactérias lácticas, possibilitando uma fermentação ideal da massa ensilada.

Essas características possibilitam que a palma forrageira possa ser ensilada, pois seus percentuais de açúcares solúveis podem proporcionar substratos prontamente disponíveis à fermentação láctica sem promover perdas elevadas na composição química na massa resultante da ensilagem e minimizando ação de fermentação secundária na silagem.

A capacidade tampão das forragens é um dos principais gargalos do processo de ensilagem, pois quanto mais alta a capacidade de tamponamento do meio maior a possibilidade da ação de microrganismos indesejáveis na massa resultante da ensilagem.

Nesse contexto, a palma forrageira é uma planta pertencente ao metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), esse metabolismo está intrinsicamente ligado a acidez titulável das *Opuntias*, assim como em sua capacidade de tamponamento. Segundo Corrales-García et al., (2004) que avaliaram mudanças na acidez e a capacidade tampão do pH de diferentes gêneros de *Opuntias*, descreveram que as mudanças de acidez assim como a capacidade tampão da palma variaram em relação ao horário de corte associado em algumas espécies conforme o metabolismo das plantas CAM. Essa alternância também foi observada na capacidade tampão da palma em seus cladódios, pois foi observado que o comportamento da capacidade tampão da palma também pela a hora do dia de sua colheita.

Desse modo é mostrado em trabalhos anteriores que o percentual de acidez da palma forrageira pode variar conforme a hora do dia, por força de seu metabolismo CAM, assim a colheita dos cladódios para ensilagem nos horários após as primeiras horas do dia podem sugerir menos capacidade tampão do material a ser ensilado e dessa forma favorecer a ação de microrganismos lácticos no abaixamento do pH da massa ensilada proporcionando sua estabilidade fermentativo.

A eficiência do processo de ensilagem da palma forrageira dependerá da interação de todas as características supracitadas, bem como dos efeitos associativos da planta com os aditivos utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. C. DO et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 977–983, 2008.

ANDRADE, I. V. O. et al. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim- elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2578–2588, 2010.

BISPO, S. V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1902–1909, 2007.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E. Effect of Silage Additives on the Microbial Succession and Fermentation Process of Alfalfa and Corn Silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3066–3083, nov. 1992.

CORRALES-GARCÍA, J. et al. Acidity changes and pH-buffering capacity of nopalitos (Opuntia spp.). **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, n. 2, p. 169–174, 2004.

ÇÜREK, M.; ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage Research Article Mustafa. **Turk J Vet Anim Sci**, v. 28, p. 633–639, 2004.

CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Ed.). **Silage science and technology**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 2003. p. 141-198.

DANNER, H. et al. Acetic Acid Increases Stability of Silage under Aerobic Conditions Acetic Acid Increases Stability of Silage under Aerobic Conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 1, p. 562–567, 2003.

DITCHFIELD, C. **Estudo dos Métodos para a Medida da Atividade de Água**. 2000. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Política, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

DRIEHUIS, F.; WIKSELAAR, P. G. VAN. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high-dry-matter grass silage †. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 718, n. August 1999, p. 5–7, 2000.

DURU, B.; TURKER, N. Changes in Physical Properties and Chemical Composition of Cactus Pear (Opuntia ficus-indica) During Maturation. **Anatolia**, n. 2005, p. 22–33.

ELFERINK, S. O. Driehuis. F, Spoestra. S. F. Manipulating silage fermentation. **FEED MIX**, v. 10, n. 3, p. 20–23, 2002.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Aditivos para silagem. Lavras: **Editora UFLA**, 1999. 17p. (UFLA. Boletim de extensão, 88).

FARIAS, I. et al. Manejo de Colheita e Espaçamento da Palma-Forageira, em Consórcio com Sorgo Granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesq. agropec. bras.**, v. 35, n. 2, p. 341–347, 2000.

FREIXIAL, R.; ALPENDRE, P. **Conservação de Forragens Ensilagem**. 2013. 51 f. Texto de Apoio Curricular - Escola de Ciências e Tecnologias, Departamento de Fitotecnia. Universidade de Évora.

GOLLOP, N.; ZAKIN, V.; WEINBERG, Z. G. Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and in silages treated with these inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, n. 3, p. 662–666, 2005.

GUSHA, J. et al. The Nutritional Composition And Acceptability Of Cacti (*Opuntia ficus indica*)-Legume Mixed Silage. **Online Journal of Animal and Feed Research**, v. 3, n. 2, p. 116–120, 2013.

HABIBI, Y. et al. Structural features of pectic polysaccharides from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. **Carbohydrate Research**, v. 339, n. 6, p. 1119–1127, 2004.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 35–56, dez. 1993.

IGARASI, M. S. **Controle de Perdas na Ensilagem de Capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os Efeitos do Teor de Matéria Seca, do Tamanho de Partícula, da Estação do Ano e da Presença do Inoculante Bacteriano**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. São Paulo.

IVANEK, R.; GRÖHN, Y. T.; WIEDMANN, M. *Listeria monocytogenes* in Multiple Habitats and Host Populations: Review of Available Data for Mathematical Modeling. **Foodborne Pathogens And Disease**, v. 3, n. 4, p. 319–336, 2006.

JOBIM, CLOVES CABREIRA et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 36, supl. p. 101-119, july 2007.

JR., V. R. R. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. III- Valor nutricional. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 52, n. 6, p. 1–9, 2000.

MOURA, MAGNA SOELMA BESERRA et al. Aptidão do Nordeste Brasileiro ao Cultivo da Palma Forrageira sob Cenários de Mudanças. Simpósio de mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

MUCK, Richard E Silage microbiology and its control through additives **R. Bras. Zootec.** Viçosa, v.39, p183-191, julho de 2010.

NEUMANN, M. et al. Aditivos químicos utilizados em silagens Aditivos químicos utilizados en el ensilaje. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 187–196, 2010.

NEUMANNI, M. et al. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. **Ciência Rural**, v. 37, p. 847–854, 2007.

O'KIELY, P.O.; CLANCY, M.; DOYLE, E.M. **Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out**. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. São Pedro-SP. Proceedings. Piracicaba-FEALQ, 2001. p.794-795.

OLIVEIRA, F. T. DE et al. Palma Forrageira: Adaptação e Importância Para os Ecossistemas Áridos e Semiáridos. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 27–37, 2010.

PEREIRA, A. C. et al. Avaliação da Silagem do Híbrido de Sorgo [Sorghum Bicolor (L.) Moench] Br 601 com Aditivos 1 – Ph, Nitrogênio Amoniacal, Matéria Seca, Proteína Bruta e Carboidratos Solúveis. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 2, p. 211–222, 2007.

PEREIRA, M. N.; MACIEL, F. C.; VASCONCELOS, R. M. J. **Produção e uso de Silagens**. Circuito De Tecnologias Adaptadas Para A Agricultura Familiar, 2009. MDA, Brasília. 2009

PEREIRA, O. G.; ROCHA, K. D.; FERREIRA, C. L. DE L. F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (Pennisetum purpureum, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2007.

RAVETTA, D. A.; MCLAUGHLIN, S. P. Ecophysiological studies in Hesperaloe funifera (Agavaceae): a potential new CAM crop . Seasonal patterns of photosynthesis. **Journal of Arid Environments**, v. 33, p. 211–223, 1996.

RIBEIRO, E. M. D. O. et al. Study of carbohydrates present in the cladodes of Opuntia ficus-indica (fodder palm), according to age and season. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 933–939, 2010.

RIBEIRO, R. D. X. et al. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Rev. Bras. Saúde Prod**, v. 9, n. 4, p. 631–640, 2008a.

RIBEIRO, R. D. X. et al. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Rev. Bras. Saúde Prod. An**, v. 9, n. 4, p. 631–640, 2008b.

RODRIGUEZ-FELIX, A.; CANTWELL, M. Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos). **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 38, n. 1, p. 83–93, 1988.

SAAG, L. M. K. et al. Cactaceae Mucilage Composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 26, n. 7, p. 993–1000, 1975.

SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. Opuntia spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275–290, maio 2004.

SANTOS, E. . et al. Inoculante Ativado Melhora A Silagem de Capim-Tanzânia (*Panicum Maximum*). *Arch. Zootec.* v. 57, n. 217, p. 35–42, 2008.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. D. M. Silagem De Gramíneas Tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n. 1, p. 32–45, 24 out. 2006.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. D. M.; OLIVEIRA, J. S. DE. Produção de silagem de gramíneas tropicais. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, v. VII, p. 1–16, 2006.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem), Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz. USP. São Paulo. 2006

SCHMIDT, P. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1666–1675, 2007.

SCUDAMORE, K. A.; LIVESE, C. T. Occurrence and Significance of Mycotoxins in Forage Crops and Silage : a Review. **J Sci Food Agric**, v. 77, p. 1–17, 1998.

SEPÚLVEDA, E. et al. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. **Journal of Arid Environments**, v. 68, n. 4, p. 534–545, 2007.

SILVA, C. C. F. DA; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes (Forage Palm (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) as alternative in ruminant feeding). **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, v. VII, n. 10, p. 1–13, 2006.

SINGH, R. S.; SINGH, V. Growth and Development Influenced by Size, Age, and Planting Methods of Cladodes in Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.). **Received**, p. 47–54, 2003.

SNYMAN, H. A. A Case Study on in situ Rooting Profiles and Water-Use Efficiency of Cactus Pears, *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. **Received**, p. 1–21, 2005.

SOUZA, A. L. DE et al. Valor Nutritivo de Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com Diferentes Níveis de Casca de Café. **R. Bras. Zootec**, v. 32, n. 4, p. 828–833, 2003.

SOUZA, L. S. B. DE et al. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp .) Climatological indicators for agricultural zoning of fodder opuntia Material e Métodos. **Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semi-Árido**, p. 23–28, 2008.

TOSTO, M. S. L. et al. Utilização de uréia no resíduo desidratado de vitivinícola associado à palma forrageira na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1890–1896, 2008.

TRACHTENBERG, S.; MAYER, A. M. BIOPHYSICAL PROPERTIES OF OPUNTIA FICUS-INDICA MUCILAGE. **Phytochemistry**, v. 21, n. 12, p. 2835–2843, 1982.

VIEIRA, F. A. P. et al. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 56, n. 5, p. 764–772, 2004.

WAAL, H. O. DE; ZEEMAN, D. C.; COMBRINCK, W. J. Wet faeces produced by sheep fed dried spineless cactus pear cladodes in balanced diets. **South African Journal of Animal Science**, v. 36, n. 5, p. 10–13, 2006.

WHITLOCK, L. A. et al. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage-based rations. **Cattlemen's Day**, 2000.

WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 68, n. 2, p. 101–116, 11 fev. 1990.

ZANINE, A. . et al. Avaliação de Silagens de Capim-Elefante com Adição de Farelo de Trigo. **Archivos de zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75–84, 2006a.

ZANINE, A. DE M. et al. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas , recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci**, v. 43, n. 2006, p. 803–809, 2006b.

RESUMO

A silagem de palma com adição de farelo de trigo como aditivo físico e uréia como aditivo químico, foram ensiladas durante 30 dias em mini silos experimentais de tudo de PVC com capacidade de aproximadamente 2,5 kg. As silagens foram avaliadas após 30 dias de fermentação, inicialmente foi avaliada a massa resultante da ensilagem durante ensaio experimental, através das análises de perfil fermentativo, microbiana e valor nutricional das silagens de palma forrageira. As silagens de palma apresentaram valores de capacidade tampão (CP) de 22,65, 13,89, 13,84, e 6,03, mEq/100g MS, conforme a adição do farelo de trigo (0, 5, 10 e 20% na MS). A palma forrageira apresentou valor de carboidratos solúveis (CST) totais de 120 g/kg e o farelo de trigo de 60 g/kg de CST na matéria natural. A silagem de palma apresentou efeito linear decrescente em relação à produção de gases (PG), 6,00, 6,02, 4,87 e 4,75%, conforme a adição do farelo de trigo. Com relação da recuperação de matéria seca (RMS) apresentou valores variando de 92,65, 93,57, 93,25 e 94,15%, contudo não houve efeito ($P>0,05$) com adição do farelo de trigo. Com relação à produção de ácidos orgânicos houve interação entre as variáveis de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) da silagem de palma. Em relação ao desenvolvimento microbiano foram observadas médias da população de bactérias do ácido láctico (BAL) de 7 log UFC/g silagem produzida e médias de 5 log UFC/g silagem produzida no desenvolvimento de mofos e leveduras, caracterizando maior fermentação láctica da silagem de palma. O valor nutricional da silagem de palma foi obtido através das análises bromatológicas onde a silagem de palma apresentou valores lineares crescente de matéria seca (MS) variando entre 12,92, 16,11, 20,31 e 27,23% respectivamente com adição do farelo de trigo, proteína bruta (PB) apresentou valores lineares crescente de 5,82, 8,52, 11,39 e 13,78 %, assim como valores lineares decrescentes de fibra em detergente neutro (FDN) de 31,57, 33,24, 28,52 e 25,50% na MS, bem como valores lineares crescente para os valores de carboidratos não fibrosos (CNF) obtendo média de 48,88% na MS da silagem de palma. O uso da uréia na silagem de palma promoveu melhor estabilidade aeróbia à massa ensilada após exposição aeróbia, minimizando as perdas nutricionais, assim como o desenvolvimento de microrganismos deletérios após a exposição aeróbia da silagem de palma.

INTRODUÇÃO

No Semiárido em função da adaptação da palma forrageira às condições edafoclimáticas, essa forrageira vem sendo utilizada em larga escala, tornando-se em alguns sistemas de produção um dos principais alimentos volumosa dos rebanhos. No entanto, o seu uso tem sido intensificado principalmente nos períodos secos do ano, proporcionando custos elevados de mão de obra para corte e fornecimento diretamente no cocho. A forma de colheita também pode comprometer o potencial de rebrota do palmal, uma vez que a sua utilização é desuniforme e distribuída ao longo de todo período de estiagem.

Com base no exposto, técnicas de conservação que possibilitem a colheita de todo o palmal poderiam diminuir os custos com corte e fornecimento, bem como aumentar a produtividade dessa forrageira no Semiárido.

Entretanto baseado nas características bioquímicas da palma forrageira, com relação ao processo de ensilagem, também se pode preconizar o uso de aditivos químicos e físicos como é caso da uréia e do farelo de trigo, ambos tem sido utilizado amplamente em silagens de materiais muito úmidos para garantir melhor disponibilidade de substratos no processo de fermentação, assim como a manutenção da fermentação, minimizando a ação de fermentações indesejadas.

Pode-se afirmar que a utilização de uréia em silagens promove maiores valores de pH, bem como níveis de ácido láctico desejados durante a fase dois do processo de fermentação, devido ao poder tampão da amônia. Desta forma, ocorre a inibição da fermentação acética e aumento da estabilidade aeróbia da silagem na fase de descarga (NEUMANN et al., 2010).

Segundo ZANINE et al. (2006), o farelo de trigo pode ser utilizado em silagens como aditivo absorvente com intuito de minimizar as perdas por efluente de silagens, assim como na agregação de valor nutricional. O farelo de trigo tem como pontos positivos, quando usado em silagens de alto teor de umidade, o aumento no percentual de MS da silagem, seu percentual de PB e a diminuição nos teores de FDN e FDA da silagem.

Objetivou-se avaliar o potencial da palma forrageira para ensilagem, bem como suas populações microbianas, o perfil fermentativo, as perdas na ensilagem e a estabilidade aeróbia da silagem de palma aditivada com uréia e farelo de trigo e sua composição química bromatológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi realizado utilizando-se um palmar já estabelecido, oriundo da estação experimental na fazenda Pendência, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), situada na Mesorregião do Agreste Paraibano, micro região do Curimataú Ocidental, município de Soledade-PB, nas coordenadas de 7° 8' 18" S e 36° 27' 2" W, com altitude de 534 m. O clima na região, pela classificação de Köppen, é do tipo Bsh' (semiárido quente), com chuvas de janeiro a abril, apresentando temperaturas médias anuais entorno de 24°C, umidade relativa do ar em torno de 68%, com precipitações médias de 400 mm anuais, com déficit hídrico na maior parte do ano (SUDENE, 2003).

A palma utilizada nesse ensaio foi colhida com aproximadamente dois anos após o último corte. Os cladódios foram cortados com o auxílio de facão, deixando apenas o cladódio mãe, em seguida, moída em forrageira estacionária, previamente regulada para o tamanho de partículas de 2,0 cm. O período de fermentação após o processo de ensilagem da palma forrageira foi de 30 dias. Esse procedimento ocorreu no dia 10 de setembro de 2013 e a abertura no dia 13 de outubro de 2013. Os silos foram abertos e foi conduzida a amostragem para as diversas análises.

Delineamento experimental

Para as variáveis associadas ao processo fermentativo, perdas na ensilagem e composição bromatológica das silagens de palma por ocasião da abertura dos silos, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, arranjado em um esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro níveis de farelo de trigo (0 %; 0,5%; 10% e 20% da matéria seca), com e sem uréia (10 g/kg de matéria seca), com quatro repetições por tratamento. Também foi avaliada a recuperação de matéria seca e composição bromatológica após o período de 48 horas de exposição ao ar.

Procedimento de ensilagem

Foram confeccionados 32 silos de PVC, com 30 cm de altura e 15 cm de diâmetro, dotados de válvula de Bunsen, para escape dos gases, onde os mesmos foram utilizados para a conservação do material processado. Logo após a moagem, procedeu-se à ensilagem nos silos de PVC. No fundo dos silos, foram adicionados 2 kg de areia para drenagem do efluente, bem como um tecido de algodão para evitar o contato da forragem com a areia. A compactação do material foi realizada com soquetes de

madeira, colocando-se aproximadamente 3 kg de forragem fresca por silo. Em seguida, os silos foram fechados, pesados e armazenados em área coberta, em temperatura ambiente, até o momento de abertura.

Variáveis avaliadas

Para avaliação das características fermentativas, perdas na ensilagem e composição bromatológica, as variáveis avaliadas foram pH, teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), contagem das populações microbianas (bactérias do ácido lático, enterobactérias, mofos e leveduras) e composição bromatológica: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE), lignina e carboidratos solúveis totais (CST).

Antes da abertura, os silos foram pesados, para posterior determinação das perdas de matéria seca (MS) na forma de gases e efluentes e a recuperação de matéria seca (RMS), segundo equações descritas por ZANINE et al. (2010).

Análises laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Avaliação de Alimentos do CCA/UFPB (Tabela 1).

As análises de composição em matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) foram realizadas de acordo com as metodologias preconizadas pela AOAC (1990), com adaptação de DETMANN et al. (2012). Para os conteúdos de extrato etéreo (EE), utilizou-se o método descrito pela AOAC (1990), adaptado por DETMANN et al., (2012). A análise da fibra em detergente neutro (FDN) foi realizada segundo a metodologia preconizada por MERTENS (2002) Na análise de lignina (LIG) foi feita segundo Silva & QUEIROZ (2002). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos segundo a metodologia proposta por SNIFFEN et al. (1992).

Tabela 1. Composição químico bromatológica do material ensilado

Palma forrageira <i>in natura</i>					
MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	EE (%)	CNF (%)
14,49	12,83	4,48	39,43	0,92	42,34
Farelo de trigo <i>in natura</i>					
MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	EE (%)	CNF (%)
87,37	3,84	17,59	31,18	2,83	31,31

MS=matéria seca, MM=matéria mineral, PB=proteína bruta, EE=extrato etéreo, CNF=carboidratos não fibrosos.

A capacidade tampão na massa ensilada foi determinada segundo metodologia proposta por PLAYNE & MCDONALD (1966). Para a determinação dos carboidratos solúveis totais (CST), utilizou-se o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por DUBOIS et al. (1956), com adaptação de CORSATO et al. (2008). Para a extração, 100 mg de amostra seca e moída foram adicionadas a 100 mL de solução de etanol a 80% e colocada em aparelho de banho-maria a 80°C durante 30 minutos. Posteriormente, o material foi filtrado, o resíduo descartado e completou-se o volume para 500 mL com água destilada em balão volumétrico e homogeneizado o extrato etanólico. Em seguida, foram retiradas alíquotas de 2 mL do extrato etanólico, adicionou-se 1 mL de solução de fenol a 5% e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Foi obtida uma curva padrão com concentrações crescentes da solução de glicose a 0,01%, conduzindo-se as leituras em espectrofotômetro a 510 nm de absorbância. Os teores de CST foram calculados em g x 100 mL⁻¹, com base na solução e posteriormente, ajustada com base na matéria seca de cada amostra.

Para a determinação do N-NH₃ das amostras, seguiu-se a metodologia conforme BOLSEN et al. (1992), onde, 25 g de amostra foram adicionadas com 200 ml de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,2 N. Após repouso de 48 horas em refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel filtro e ocorreu a estimativa considerando o nitrogênio total da amostra, de acordo com DETMANN et al. (2012).

O pH foi determinado segundo BOLSEN et al. (1992). Em 100 mL de água destilada foram adicionados 25 g de silagem, permanecendo em repouso por 1 h, para leitura de pH, utilizando-se um potenciômetro. Além dessa análises foram feitas também contagem dos grupos microbianos, bem como retiradas amostras para determinação dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) e da composição bromatológica.

Para contagem dos grupos microbianos, obtidos da homogeneização de todas as repetições de cada tratamento, foram adicionados 90 mL de água destilada nas amostras e homogeneizadas em liquidificador industrial durante 1 minuto, obtendo-se a diluição de 10⁻¹. Em seguida, diluições sucessivas foram realizadas, objetivando-se obter diluições variando de 10⁻¹ a 10⁻⁹ sendo consideradas passíveis de contagem as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônia (UFC). O plaqueamento foi realizado em duplicata em placas de petri estéreis.

As populações microbianas foram quantificadas, utilizando-se meios de culturas seletivos para cada grupo microbiano, listados a seguir:

Ágar Rogosa (Difco), para enumeração das bactérias lácticas (BAL) após incubação por 48 horas em estufa B.O.D., à 39°C;

Brilliant Green Agar (Difco) para enumeração de enterobactérias (ENT) após incubação por 24 horas em estufa B.O.D. à 30°C; e

Batata Dextrose Agar, acrescido de 1 dag/kg de ácido tartárico a 10%, após a esterilização, para contagem de mofo e leveduras (M e L) após incubação por 3-7 dias à temperatura ambiente.

Para análise de ácidos orgânicos (ácido láctico AL, ácido acético AA, ácido propiônico AP e ácido butírico AB), 10 g de amostra foram diluídos em 90 mL de água destilada e filtrados em papel de filtro tipo Whatman (KUNG& RANJIT, 2001). Em 2 mL do filtrado, adicionou-se 1 mL de solução de ácido metafosfórico 20% (p/v). As amostras foram centrifugadas a 13000 rpm por 15 minutos feito as leituras em cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, acoplado ao detector ultravioleta (UV) modelo SPD-10A VP utilizando-se como comprimento de ondas 210 nm. Foi utilizada uma coluna C-18, de fase reversa, com pressão de 168 kgf e fluxo de 1,5 mL/minuto.

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão. O efeito da adição do farelo de trigo foi verificado por meio de análise de regressão linear. A escolha das equações de regressão baseou-se no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t, adotando-se $\alpha = 0,05$.

O efeito da uréia foi comparado pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Para todas as análises foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No material ensilado, observou-se percentuais de matéria seca (MS) variando de 10 a 26% do material ensilado, baixa capacidade tampão em todos os tratamentos. Sendo que no material natural sem adição de farelo de trigo e uréia foram verificados valores superiores. A quantidade de carboidratos solúveis no material a ser ensilado foi superior aos valores recomendados da literatura (Tabela2).

Tabela 2. Valores dos percentuais de matéria seca (MS), capacidade tampão (CT) e carboidratos solúveis totais (CST) na material natural dos tratamentos

MS %		
Uréia		
FT	SEM	COM
0	11,48	10,82
5	18,71	18,01
10	15,89	15,19
20	26,51	25,50
CT mEq/100g MS		
Uréia		
FT	SEM	COM
0	22,65	14,42
5	13,89	12,21
10	13,84	16,32
20	6,03	7,69
CST g/kg		
MN		
Palma		F. Trigo
120		60

MS = matéria seca, CT = capacidade tampão, CS = carboidratos solúveis, MN = matéria natural

O farelo de trigo é comumente utilizado como aditivo absorvente em silagens de alto percentual de umidade, contudo no presente trabalho era esperado que o aumento na matéria seca (MS) e na disponibilidade de proteína bruta (PB) favorece-se o incremento do perfil fermentativo (Tabela 1). Também fora observado que a palma apresentou uma baixa capacidade tamponante, possibilitando menor resistência a queda do pH pela ação de ácidos fortes, o que associado ao elevado teor de CST (120 g/kg na MN), provavelmente resultou em adequada fermentação, a despeito do baixo teor de MS da massa ensilada (Tabela 2).

A palma apresenta entre seus constituintes celulares um composto hidrocolóide conhecido como mucilagem que dentre outras características apresenta uma forte capacidade de retenção de água (SAAG et al., 1975), essa capacidade é intensificada na

formação de um gel viscoso na presença de íons de Ca^{++} assim como na presença de água e da concentração de íons no meio (TRACHTENBERG; MAYER, 1982), esse gel tende a impedir o fluxo dos componentes fluidos presentes nos cladódios da palma após o corte dos cladódios da palma forrageira.

A formação desse gel viscoso possivelmente promoveu efeito direto na retenção dos fluidos e dessa forma inibido uma possível perda por efluentes da massa ensilada, além de diminuir a atividade de água, assim como a manutenção do pH dentro da faixa recomendada nos processos de boa fermentação o que pode ter inibido o desenvolvimento de enterobactérias e clostrídios. Pois a ação desses microrganismos na massa ensilada é um fator que possibilita os riscos de fermentação secundária indesejável, causando degradação da proteína presente na silagem (DRIEHUIS & WIKSELAAR, 2000).

Segundo SÁENZ (2004), essa mucilagem é um hidrocolóide tem grande potencial de absorção de água e está presente em diversas partes nas *Opuntias*, uma característica primordial a forrageiras adaptada as regiões áridas e semiáridas. Essas características associadas à composição dessa mucilagem que conforme descrito por RIBEIRO et al., (2010) formam substância polimérica composta por monossacarídeos ou misturas de monossacarídeos com ácidos urânicos.

Na tabela 3, o farelo de trigo apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) as variáveis de produção de perdas por gases (PG), concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3), ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) (Tabela 2). Foi observado efeito da adição de uréia ($P < 0,05$) nas variáveis de perdas por gases (PG), concentração de ácido lático (AL) e ácido propiônico (AP).

Tabela 3. Valores de probabilidade para os efeitos de farelo de trigo (FT), uréia e da interação entre os fatores, para os constituintes de perfil fermentativo: perdas por gases (PG), efluentes (EFL), recuperação de matéria seca (RMS), Potencial hidrogeniônico (pH), Nitrogênio amoniacal (N-NH_3), ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) nas silagens de Palma forrageira

F. V	PG %	EFL %	RMS %	pH	N-NH_3 %	AL %	AA %	AP %	AB %
FT	0,001	0,966	0,941	0,190	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000
Uréia	0,000	0,453	0,214	0,817	0,121	0,000	0,371	0,000	0,198
FT*Uréia	0,202	0,068	0,605	0,001	0,388	0,000	0,000	0,000	0,005
¹ CV (%)	12,90	11,12	5,12	1,21	78,42	1,57	5,17	3,77	12,59

Na avaliação da interação entre o farelo de trigo e a uréia, houve interação ($P<0,05$) para as variáveis ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP), ácido butírico (AB), assim como a variável de pH nas silagens de Palma forrageira.

Com relação às perdas na silagem de palma, não foi observado efeito das fontes de variação ($P>0,05$) para as perdas por gases (PG), efluente (EFL), recuperação de matéria seca (RMS).

Verificou-se efeito linear decrescente ($P<0,05$) sobre a PG com o aumento no percentual do farelo de trigo (Tabela 4), enquanto que para a produção de efluente e pH não foi observado nenhum ajuste de modelos em função da adição de farelo de trigo. Com relação à RMS e N-NH₃ houve ajuste linear crescente com o aumento dos níveis de farelo de trigo

Tabela 4. Teores médios de perdas por gases (PG), perdas por efluentes (EFL), recuperação de matéria seca (RMS), potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N- NH₃) de silagem de palma aditivada com farelo de trigo

Variáveis	Níveis de Farelo de Trigo				Equação	R ²
	0	5	10	20		
PG % MS	6,00	6,02	4,87	4,75	$\hat{Y} = 0,0707X - 6,0329$	0,76
EFL kg/ton	23,06	23,21	23,43	22,75	-	-
RMS %	92,65	93,57	93,24	94,15	$\hat{Y} = 0,0648X + 92,8406$	0,77
PH	3,80	3,82	3,77	3,82	-	-
N-NH ₃ % N-Total	0,60	1,16	0,91	1,98	$\hat{Y} = 0,0632X + 0,6157$	0,83

PG = gases, EFL = efluentes, RMS = recuperação de matéria seca, pH, N-NH₃ = nitrogênio amoniacal

Conforme a adição dos níveis de farelo de trigo, os valores das perdas por gases apresentaram comportamento linear de redução, os valores partiram de 6% no tratamento controle e decresceram para 4,75% no tratamento com adição de 20% de farelo de trigo. É válido salientar que o valor de 4,87 foi encontrado no tratamento com 10% de farelo de trigo, logo, uma menor adição do farelo de trigo na silagem já possibilitaria resultados similares e dessa forma minimizando os custos com o aditivo. Os resultados do presente trabalho são similares aos encontrados por ZANINE et al. (2006), que avaliando silagens de material com alta umidade também encontraram

decréscimo linear em silagens de capim tratadas com níveis de 15 e 30% de farelo de trigo nas silagens. Com o aumento nos percentuais do farelo de trigo foi observado diminuição na produção de gases (Tabela 4), pois o aumento na concentração de MS da massa ensilada promove maior pressão osmótica, que por sua vez limita o desenvolvimento de microrganismos produtores de gases.

A produção de efluentes está correlacionada, sobretudo, com o teor de MS do material ensilado. A adição de farelo de trigo (Tabela 4) e uréia (Tabela 5) nas silagens de palma forrageira não apresentou efeito ($P>0,05$). Embora a palma possua elevado teor de umidade, as perdas por efluentes foram mínimas, possivelmente pela presença de mucilagem em sua constituição. A mucilagem é um composto polissacarídeo que forma ligações moleculares capazes de reter grandes quantidades de água, devido sua estrutura e propriedades gelatinosas (SEPÚLVEDA et al., 2007). Possivelmente, esta característica na planta beneficiou o processo fermentativo reduzindo perdas de nutrientes por lixiviação. Ambientes com baixo teor de MS e alta umidade seria um substrato ideal para o desenvolvimento de microrganismos indesejados promovendo diminuição no valor nutricional da silagem. Contudo, esse efeito não foi observado visto que a palma forrageira tem em seu conteúdo celular com grandes percentuais de ácidos orgânicos oriundos do metabolismo (CAM) (TRACHTENBERG & MAYER, 1982), que após o rompimento dessas células os fluidos orgânicos reagem contra a ação deletéria de fermentação secundária que poderiam promover perdas nos percentuais de MS da silagem esse fato fica evidente na RMS (Tabela 4), visto que mesmo com a adição de um aditivo absorvente com bom valor de MS como é caso do farelo de trigo, não foi observado efeito do mesmo na RMS.

A adição de farelo de trigo não influenciou nos valores médios de pH ($P>0,05$) (Tabela 4), assim como a adição de uréia (Tabela 5). As silagens apresentaram valores de pH em torno de 3,8, faixa ideal para o desenvolvimento de bactérias ácido lácticas. ÇÜREK & ÖZEN, (2004), avaliando silagens de palma forrageira ao longo do ano, encontraram valores médios de pH similares (3,9). A palma forrageira possui alta concentração de carboidratos solúveis que, por sua vez, possibilita rápida redução do pH à uma faixa de preservação da silagem (GUSHA et al., 2013).

O teor de Nitrogênio Amoniacal é um dos parâmetros que têm influência direta na caracterização da qualidade do processo fermentativo. Os valores médios de nitrogênio amoniacal tiveram aumento linear ($P<0,05$) com a adição do farelo de trigo. A composição proteica do farelo, possivelmente influenciou a elevação dos valores de

N-NH₃, sugerindo-se que tenha ocorrido uma possível proteólise. Segundo ROCHA JÚNIOR et al. (2000), em silagens de boa qualidade, os níveis de nitrogênio amoniacal não devem superar 10% do nitrogênio total do produto final. No presente trabalho os níveis de N-NH₃ encontrados são inferiores aos preconizados na literatura (0,9 e 1,43% sem e com o uso da uréia).

Nesse trabalho o uso da uréia não apresentou efeito significativo na maioria das variáveis avaliadas, com exceção da variável perdas por gases (PG) que apresentou diminuição com a aplicação da uréia, devido a uma possível ação fungicida na massa ensilada (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de perdas por gases, perdas por efluentes, recuperação de matéria seca, pH e N-NH₃ de silagem de palma submetido ou não a adição de uréia

Variáveis	SEM	COM
PG (% MS)	5,92 a	4,91 b
EFL (kg/ton)	22,78	23,50
RMS (%)	92,34	94,58
PH	3,81	3,80
N-NH ₃ (% N-total)	0,90	1,43

Médias seguidas por letras diferentes entre as colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

A palma forrageira possui alto teor de umidade, baixo conteúdo de MS e PB. Para forragens com tais características, recomenda-se o uso de aditivos na ensilagem que promova melhorias no processo fermentativo. A uréia é um aditivo com potencial antimicrobiano capaz de inibir o crescimento de mofos e leveduras e dessa forma, reduz a produção de etanol, proporcionando menores perdas de MS e carboidratos solúveis (SCHMIDT, 2006). A reação de hidrólise da molécula de uréia e água forma o hidróxido de amônio (NH₄OH), que eleva o pH e assim atua sobre o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (KUNG et al., 2003).

Da mesma forma a adição de uréia não incrementou a RMS, indicando que a silagem de palma sem aditivos, certamente não resultou em fermentação alcoólica.

No que se refere ao perfil fermentativo e ao percentual de ácidos orgânicos presentes na silagem de palma (Tabela 6), houve efeito de interação em todas as variáveis avaliadas na silagem. O uso do farelo de trigo na silagem de palma proporcionou efeito quadrático na maioria das variáveis exceto com relação ao ácido butírico (AB) que apresentou um efeito linear decrescente.

Tabela 6. Teores médios de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) de silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo e sem e com adição de uréia

AL (%MS)						
Níveis de Farelo de Trigo					Equação	R ²
Uréia	0	5	10	20		
SEM	8,02	4,43 _b	4,70 _b	7,37	$\hat{Y} = 0,0348 x^2 + 0,7065 x - 7,7733$	0,92
COM	8,08	5,76 _a	4,90 _a	7,50	$\hat{Y} = 8,0750 x^2 + 0,6021x - 0,0283$	0,99
AA (%MS)						
Níveis de Farelo de Trigo					Equação	R ²
Uréia	0	5	10	20		
SEM	2,25 _b	1,28 _b	1,07	1,62	$\hat{Y} = 0,0092 x^2 + 0,2142x - 2,2193$	0,97
COM	4,86 _a	1,52 _a	1,12	1,60	$\hat{Y} = 0,0054 x^2 + 0,1246x - 1,9068$	0,93
AP (%MS)						
Níveis de Farelo de Trigo					Equação	R ²
Uréia	0	5	10	20		
SEM	0,81	0,54 _a	0,19 _b	0,21 _b	$\hat{Y} = 0,0027 x^2 + 0,0871x - 0,8370$	0,96
COM	0,85	0,39 _b	0,30 _a	0,58 _a	$\hat{Y} = 0,0044 x^2 + 0,2006x - 0,8314$	0,97
AB (%MS)						
Níveis de Farelo de Trigo					Equação	R ²
Uréia	0	5	10	20		
SEM	0,05 _b	0,04	0,02	0,02	$\hat{Y} = 0,0016x - 0,0493$	0,89
COM	0,07 _a	0,03	0,02	0,02	$\hat{Y} = 0,0002 x^2 + 0,0073x - 0,0666$	0,99

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Quando observado o efeito da uréia nas silagens de palma forrageira na produção dos ácidos orgânicos foi observado efeito significativo (P<0,05) nas variáveis de AL quando se incluiu 5 e 10% de farelo de trigo, AA apenas no nível de 5% de farelo de trigo, AP nos níveis de 10 e 20% enquanto que no percentual de AB somente houve efeito de uréia na silagem sem farelo de trigo.

As concentrações de ácido láctico encontradas nas silagens estudadas foram superiores aos valores encontrados por CÜREK & ÖZEN., (2004), que obtiveram silagens de palma com teor médio de 2,59% de ácido láctico. No conteúdo de ácido acético das silagens tratadas com uréia foram superiores a silagens sem adição de uréia (Tabela 6). A adição de uréia pode ter promovido meio favorável ao desenvolvimento de bactérias heterofermentativas que são capazes de produzir ácido acético. CÜREK & ÖZEN., (2004), avaliando silagens de palma forrageira encontraram concentração média de 1,53% de ácido acético, no presente trabalho foram encontrados valores similares e superiores a esse principalmente no tratamento zero onde foram observados valores de 2,25 no tratamento sem o uso da uréia e de 4,86 nos tratamentos com uso da uréia.

Houve efeito da uréia para as concentrações de AB e AP (Tabela 6), contudo os valores foram mínimos e dessa forma foi possível caracterizar um bom processo fermentativo da silagem de palma com relação à inibição de fermentações indesejadas.

Segundo MUCK (2010) o conhecimento dos grupos microbianos presentes na massa ensilada assim como as quantidades desses microrganismos disponibiliza informações relacionadas à fermentação do material ensilado.

Na Tabela 7 é possível observar maior desenvolvimento dos microrganismos na silagem sem a aplicação da uréia, contudo em média foram observadas populações de BAL próximas de 7 log UFC/g silagem após o processo de fermentação.

Com relação à proliferação de ML em todos os tratamentos, proporcionando em média cerca de 5 log UFC/ grama de silagem, após o processo fermentativo de 30 dias (Tabela 7).

Tabela 7. Contagem de populações microbianas das silagens de palma forrageira

BAL log UFC/g silagem		
Tratamentos	No Abertura	
FT	SEM	COM
0	7,80	7,80
5	7,02	6,97
10	7,91	8,21
20	7,11	6,34
ML log UFC/g silagem		

Tratamentos		No Abertura	
FT	SEM	COM	
0	5,30	5,25	
5	4,54	4,48	
10	5,92	6,23	
20	4,95	4,87	

BAL = bactérias do ácido láctico, ML = mofo e leveduras, UFC = unidade formadora de colônias, SEM = sem uréia, COM = com uréia.

No entanto, a uréia não apresentou efeito sobre as populações de mofos e leveduras nas silagens (Tabela 7). O farelo de trigo, por sua vez, resultou em diminuição da população de BAL, provavelmente pela redução da quantidade de substratos (CST) da massa ensilada.

As BAL são bactérias fermentadoras do ácido láctico a partir da fermentação de açúcares solúveis, e dessa forma esses microrganismos são classificados como homofermentativos e heterofermentativos com base nos produtos de sua fermentação de glicose (GOLLOP et al., 2005). Desse modo a menor disponibilidade de CST nos tratamentos com a adição do farelo de trigo pode ter possibilitando menor proliferação das BAL na silagem após o processo de fermentação.

Apesar do menor percentual de MS da silagem no tratamento controle não foi observado elevada contagem de mofos no material. Os mofos não apresentam grandes perdas no material ensilado, toda via quando submetidos a ambientes estressantes podem produzir micotoxinas prejudiciais as a saúde animal bem como aos humanos que posteriormente venham a consumir os derivados da produção animal que foram alimentados com esse material (WOOLFORS, 1990., IVANEK, GRÖHN & WIEMANN, 2006).

As leveduras são os principais microrganismos deteriorantes da silagem principalmente após a exposição aeróbia do material promovendo acentuada perda de MS da silagem esses microrganismos podem crescer em pH menor que 3,5 assim como podem usar o AL como substrato quando em anaerobiose e assim promovendo o aumento no pH da silagem o que pode favorecer o surgimento de fermentações indesejadas (MUCK, 2010). Contudo do presente trabalho é válido salientar que as contagens de ML não foram descritas individualmente, mas foi possível observar que

nos tratamentos onde houve maior produção de AL houve também maior surgimento desses microrganismos.

No processo de fermentação da silagem de palma foi avaliada sua composição bromatológica da massa resultante da ensilada após 30 dias de fermentação (Tabela 8).

Tabela 8. Valores de probabilidade para os efeitos de farelo de trigo (FT), uréia e da interação entre os fatores, para os constituintes bromatológicos de: Matéria seca (MS), Matéria Orgânica (MO), Matéria Mineral (MM), Proteína bruta (PB), Fibra em detergente Neutro (FDN), Extrato etéreo (EE), Lignina (LIG), Carboidratos não fibrosos (CNF) e Carboidratos solúveis totais (CST), nas silagens de Palma forrageira

F. V	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FDN (%)	EE (%)	LIG (%)	CNF (%)	CST (g/kg MS)
FT	0,0000	0,0000	0,0000	0,0090	0,0001	0,0004	0,0676	0,0000
Uréia	0,0075	0,8933	0,0000	0,0966	0,9131	0,9488	0,0130	0,0050
FT*Uréia	1,0000	0,2812	1,0000	0,5140	0,5341	0,0296	0,4416	0,0058
¹ CV (%)	5,73	7,04	5,50	14,02	17,27	8,55	9,36	58,31

Com relação aos constituintes bromatológicos, o uso do farelo de trigo apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) na maioria das variáveis analisadas, exceto para CNF. Já a aplicação da uréia apresentou efeito nas variáveis de MS, PB, FDA, CNF e CST. A interação entre os fatores só foi observada ($P < 0,05$) nas variáveis de LIG e CST.

Com o uso do farelo de trigo foi observado efeito linear crescente com o aumento na adição do trigo para as variáveis de MS, PB e EE, assim como houve efeito linear decrescente para FDN e MM com a adição do farelo de trigo na silagem de palma (Tabela 9). Nessa mesma tabela foi possível observar efeito quadrático para a variável CNF conforme foram adicionadas doses crescentes de farelo de trigo.

Tabela 9. Valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF) em relação ao uso do farelo de trigo na silagem de palma

Níveis de Farelo de Trigo						
Variáveis	0	5	10	20	Equações	R ²
MS %	12,926	16,113	20,314	27,231	$0,723x + 12,817$	99,84
MM %	11,865	11,105	8,568	6,862	$0,263x - 11,902$	94,90
PB %	5,826	8,528	11,398	13,780	$0,394x + 6,430$	95,19

FDN %	31,570	33,246	28,525	25,501	$0,358x - 32,845$	80,02
EE %	1,591	1,846	2,327	2,522	$0,047x + 1,654$	90,59
CNF %	49,143	45,270	49,180	51,961	$0,026x^2 + 0,340x + 48,369$	67,70

Os teores de matéria seca das silagens tiveram efeito linear crescente com a adição de farelo de trigo (Tabela 9). Esses resultados podem está relacionados ao elevado percentual de matéria seca do farelo de trigo, pois esse é um aditivo frequentemente utilizado para absorção da umidade de forragens durante a ensilagem(IGARASI, 2002; SOUZA et al., 2003). Os valores de MS encontrados variaram entre 12 a 27% proporcionando dessa forma um incremento de aproximadamente 15 unidades percentuais na concentração de MS com a adição de 20% de farelo trigo em relação ao tratamento controle, esse resultado também foi encontrado por ZANINE et al., (2006), que ao avaliar silagens de capim elefante adicionadas com farelo de trigo, também obtiveram o mesmo acréscimo de cerca de quinze unidades percentuais com a adição de 15% de farelo de trigo na silagem.

É válido salientar que os percentuais de MS do tratamento sem a adição do farelo de trigo ficou em torno de 12%, esse resultado é semelhante aos encontrados por RODRIGUEZ-FELIX & CANTWELL, (1988) que avaliando valor nutricional de silagem de leguminosas adicionadas com palma forrageira, ao longo do ano obtiveram valores médios de MS de 12% variando ao longo do ano.

O uso de aditivos que agreguem valor nutricional e que possam proporcionar menores perdas em silagens de alto teor de umidade e baixa proporção de MS é de extrema importância na manutenção da qualidade nutritiva e higiênica da silagem, pois essas características reduzem possíveis fermentações indesejadas(RIBEIRO et al., 2008b).

Nesse trabalho também foi observado efeito linear crescente nos percentuais de PB conforme a adição do farelo de trigo na massa ensilada. Esses percentuais variaram de 5 a 13% (PB) em relação ao tratamento controle, evidenciando assim melhores condições de degradação ruminal tendo em vista que os tratamentos de 5, 10 e 20% de farelo de trigo adicionados à silagem de palma, possibilitaram maiores percentuais de proteína nas silagens (Tabela 9).

Os percentuais de PB nos tratamentos encontram-se acima do mínimo recomendado por (VAN SOEST, 1994) que é de 7% na MS, para garantir boa

fermentação dos carboidratos estruturais no compartimento ruminal, assim como a obtenção de valores superiores ao mínimo preconizado promove o atendimento das exigências proteicas dos animais que podem variar com o tipo da atividade explorada, pois o percentual de proteína contido no alimento fornecido deve ser conhecido, por que está ligada diretamente ao organismo animal com intuito de manutenção e produtividade em termos de carne, leite e lã assim como da manutenção da microbiota ruminal (LANA, 2005).

Uma consideração importante em relação aos percentuais de PB encontrados nas silagens é que a reduzida perda por efluentes causada pela formação da mucilagem da palma e dessa forma evitando a lixiviação dos compostos nitrogenados pode ter favorecido a manutenção dos teores proteicos das silagens, preservando o seu valor nutritivo.

Assim, como nos percentuais de PB, os valores de EE também tiveram efeitos lineares crescentes com aumento nos níveis de farelo de trigo, esse índice variou de 1,5 a 2,5% na MS com a adição do farelo. O aumento no uso do farelo de trigo como aditivo agrega valor nutritivo às silagens e possibilita a diminuição nos percentuais de FDN da silagem, esse comportamento foi evidenciado no presente trabalho, onde os percentuais de FDN reduziram aproximadamente 10 unidades percentuais entre as silagens não tratadas e com a adição de 20% de farelo de trigo na silagem (35,5 a 25,5%).

Em relação aos percentuais de CNF na massa da silagem foi observado efeito quadrático com médias variando de 49,1 a 51,9. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por DURU & TURKER (2005), que estudando mudanças na composição química de silagens de cladódios de palma forrageira com diferentes idades, encontraram valores de CNF em torno de 58% na MS de *O. ficus-indica*.

O fornecimento de alimentos ricos em proteína e que atendam as demandas nutricionais de ruminantes, tendem a serem usados como substratos pela microflora ruminal durante a síntese de proteína a partir da amônia. Portando o fornecimento de fontes de proteínas de baixo custo e alto valor proteico como a uréia na forma de NNP agrega valor a alimentos pobres neste nutriente (TOSTO et al., 2008).

O uso de uréia em silagens com alto teor de umidade teve como objetivo diminuir a possibilidade da ação de fermentações secundárias, em silagens com essas características. A aplicação de uréia na silagem de palma teve efeito nos percentuais de MS, PB, e CST (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos solúveis totais (CST) de silagem de palma submetido ou não a adição de uréia

Variáveis	SEM	COM
MS %	18,21 ^b	19,38 ^a
PB %	8,58 ^b	10,67 ^a
CNF %	51,18 ^a	46,66 ^b
CST %	10,53 ^b	21,38 ^a

Médias seguidas por letras diferentes entre as colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

A aplicação de uréia na silagem de palma não apresentou efeito em relação ao percentual de CNF (Tabela 10).

A aplicação da uréia teve efeito sobre o valor nutritivo das silagens em relação aos seus teores de MS, PB e CST, principalmente na agregação do valor proteico na silagem. Esse acréscimo já era esperado devido ao equivalente proteico da uréia. Possivelmente essa uréia foi dissociada na massa ensilada e permaneceu na forma de sais de amônio. Quanto ao potencial de hidrólise alcalina da uréia, não foi verificada ação de maior disponibilidade de material solúvel ou redução da porção fibrosa do material ensilado (Tabela 10)

Com o uso da uréia, foram observados efeitos significativos (P<0,05) nas variáveis de LIG e CST apenas no tratamento sem o uso do farelo de trigo na silagem (Tabela 11).

Tabela 11. Teores médios de lignina (LIG) e carboidratos solúveis totais (CST) nas silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo sem e com adição de uréia

LIG (%MS)						
Níveis de Farelo de Trigo					Equação	R²
Uréia	0	5	10	20		
SEM	5,912 ^b	6,580	6,510	5,090	$\hat{Y}= 0,008x^2 - 0,148x + 5,950$	0,98
COM	6,945 ^a	6,652	5,962	5,533	$\hat{Y}= 0,096x - 7,002$	0,97
CST (%MS)						
Níveis de Farelo de Trigo					Equação	R²
Uréia	0	5	10	20		
SEM	20,465 ^b	4,352	8,640	7,401	-	-
COM	53,242 ^a	4,350	19,910	8,055	-	-

Médias seguidas por letras diferentes entre as colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As silagens sem o farelo de trigo apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$).

Os valores de lignina nas silagens com uréia foram superiores às não tratadas (Tabela 11). Verificou-se que para a LIG, à medida que o farelo de trigo é adicionado à massa da ensilagem, o mesmo promoveu efeito quadrático quando não se utilizou uréia e efeito linear decrescente com o uso da uréia. Na variável de CST não foi observado nenhum ajuste em relação aos níveis de farelo de trigo na silagem.

Estabilidade Aeróbia

Nesse momento são realizadas as interpretações relacionadas à manutenção do valor nutricional da massa resultante da ensilagem após a exposição aeróbia. Uma das principais características avaliada é a variação da temperatura da massa, o aumento nos valores de pH, o tempo e a velocidade na qual essas reações ocorram, pois essas reações são diretamente relacionadas a atividade microbiana no material (AMARAL et al., 2008).

Outro fato a ser analisado, pode ser o consumo dos substratos residuais, pois dessa forma é possível avaliar a qualidade da massa ensilada (ME), conforme a ação do O_2 durante sua penetração na ME na exposição aeróbia através da porosidade na ME. Assim JOBIM et al (2007) afirmam que a atividade microbiana pode ser intensificada conforme a qualidade da silagem resultante, através da disponibilidade de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos residuais da silagem após o processo de fermentação.

No presente trabalho após a exposição aeróbia foi possível observar que nos tratamentos com o farelo de trigo houve efeito significativo ($P < 0,05$) apenas em relação às variáveis de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) e temperatura máxima da massa ensilada ($t^{\circ}C_{máx}$). Com relação à aplicação de uréia na silagem de palma não houve efeito em relação a nenhum dos tratamentos (Tabela 12).

Tabela 12. Valores de probabilidade para os efeitos de farelo de trigo, uréia e da interação entre os fatores para os constituintes de estabilidade aeróbia potencial hidrogênioônico (pH), nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP), ácido butírico (AB), temperatura média ($t^{\circ}C$ média), temperatura máxima ($t^{\circ}C_{máx}$), hora da temperatura máxima ($Ht^{\circ}C_{máx}$) e taxa de aquecimento ($^{\circ}C/hora$)

F. V	F. Trigo	Uréia	F. Trigo*Uréia	CV (%)
pH	0,1079	0,0007	0,0008	10,35

N-NH ₃ % N-total	0,0340	0,1105	0,0756	46,51
AL (%)	0,0000	0,0000	0,0000	3,49
AA (%)	0,0000	0,0000	0,0000	5,88
AP (%)	0,0000	0,0108	0,0000	5,2
AB (%)	0,0000	0,0628	0,0266	11,66
t°C média	0,0001	0,0010	0,0256	1,08
t°Cmáx	0,0203	0,0708	0,3404	5,84
H t°Cmáx	0,0051	0,1467	0,0002	10,10
°C/hora	0,0024	0,9038	0,0001	13,39

Quando avaliado o efeito da interação entre o farelo de trigo e a uréia, foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) entre as variáveis de ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP), ácido butírico (AB), temperatura média (t°C média), hora da temperatura máxima (H t°Cmáx) e taxa de aquecimento (°C/hora).

O uso do farelo de trigo proporcionou ajuste quadrático nas variáveis de N-NH₃ e t°Cmáx conforme foi elevando o nível do farelo de trigo (Tabela 13).

Tabela 13. Teores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e temperatura máxima (t°Cmáx) da silagem de palma em função de níveis de farelo de trigo

Variáveis	Níveis de Farelo de Trigo				Equações	R ²
	0	5	10	20		
N-NH ₃	15,55	12,65	6,93	10,27	$\hat{Y} = 0,0492x^2 + 1,2905x - 16,1899$	0,87
t°Cmáx	29,15	32,18	31,2	30,64	$\hat{Y} = 0,8975x^2 + 4,8365x + 25,432$	0,79

A transformação do meio anaeróbio em aeróbio, devido à exposição das silagens ao ar, pode ocasionar mudanças em sua composição química e alterar o seu valor nutritivo. A população de microrganismos que estava em dormência, com o oxigênio iniciou intensa atividade metabólica, reduz os componentes solúveis da silagem, podendo até ser degradada uma parte da porção fibrosa do alimento.

Após a exposição ao ar, os valores de nitrogênio amoniacal das silagens sem aditivos apresentaram valores superiores (Tabela 13). O que possivelmente mostra que os aditivos utilizados nas silagens favoreceram à menor atividade proteolítica após a

exposição destas silagens ao ar. Os índices de temperatura máxima, no entanto, não apresentaram variações conforme a aplicação dos aditivos.

Com relação à estabilidade aeróbia de silagens expostas a ação do O₂ é válido salientar que alguns autores ressaltam que a estabilidade das massas ensiladas pode ser obtida através da resistência a elevação das temperaturas no painel dos silos, no entanto outro fator determinante seria a elevação da temperatura em até 2°C acima da temperatura ambiente (ELFERINK et al. 2002, O'KIELY et al. 2001) Contudo no presente trabalho não foi possível determinar essas afirmativas tendo em vista que as temperaturas nos respectivos tratamentos não apresentaram grandes variações com a exposição aeróbia da ME, tendo em vista a falta de um comportamento padrão entre os tratamentos.

Conforme é observado na Tabela 14, após 48h de exposição ao ar, as populações de bactérias ácido lácticas variaram com os níveis de farelo de trigo, assim como as populações de mofos e leveduras. Não foram detectadas populações de enterobactérias na massa ensilada COM e SEM adição de uréia.

Tabela 14. Contagem de populações microbianas após a perda da estabilidade aeróbia na silagem de palma forrageira não tratada e aditivada com uréia

BAL log ¹⁰ UFC/g forragem		
Pós Estabilidade		
FT	SEM	COM
0	9,16	9,47
5	9,46	10,43
10	9,37	9,38
20	8,87	9,35
M e L log ¹⁰ UFC/g forragem		
Pós Estabilidade		
FT	SEM	COM
0	10,42	10,39
5	9,47	10,42
10	10,42	10,40
20	10,47	10,46

ENT log ¹⁰ UFC/g forragem		
Pós Estabilidade		
FT	SEM	COM
0	ND	ND
5	ND	ND
10	ND	ND
20	ND	ND

BAL = bactéria ácido láctico, M e L = mofo e leveduras, ENT = enterobactéria, SEM = sem uréia, COM = com uréia, UFC = unidade formadora de colônia, ND = não detectado; FT = Farelo de trigo

A ação do O₂ nas silagens proporciona o surgimento acentuado de microrganismos aeróbios deletérios, promovendo a perda no valor nutritivo da massa resultante da ensilagem, assim como uma possível perda de MS desse material (WOOLFORD, 1990; BOLSEN, LIN, & BRENT, 1992)). Contudo os prejuízos não estão restritos a ação da microbiota aeróbia na degradação dos nutrientes (WHITLOCK et al., 2000). Pois a ação desses microrganismos está relacionada diretamente a qualidade higiênica das silagens, principalmente pelo aumento dos riscos de contaminação por microrganismos patogênicos a saúde animal e consequentemente a humanos que por ventura venham a fazer uso dos derivados da produção animal alimentados com esses materiais (WOOLFORD, 1990; IVANEK, GRÖHN, & WIEDMANN, 2006).

A microbiota epifítica da forragem é um dos fatores determinantes da intensidade e natureza da fermentação da massa ensilada. As populações de bactérias ácido lácticas, mofos e leveduras sofreram pequenas variações conforme a adição dos níveis de farelo de trigo (Tabela 14). Comparativamente, nas silagens que permaneceram em aerobiose durante período de 48 horas, foi verificado um aumento considerável nas populações de mofos e leveduras. As populações de enterobactérias não foram detectadas nas silagens SEM e COM adição de uréia. Isto se deve à ação antimicrobiana da uréia nas silagens de palma forrageira, assim como as possíveis concentrações de ácidos orgânicos presentes nas *Opuntias*.

Para a variável pH, houve efeito linear decrescente (P<0,05) conforme a adição dos níveis de farelo de trigo nas silagens não tratadas com uréia (Tabela 15), provavelmente houve uma menor atividade microbiana nas silagens aditivadas com uréia, o que resultou em valores de pH mais baixos.

Tabela 15. Valores médios de pH, ácido lático (AL), ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e ácido butírico (AB) de silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo e sem e com adição de uréia após a perda da estabilidade aeróbia

pH						
	Níveis de Farelo de Trigo				Equação	R ²
	0	5	10	20		
Uréia						
SEM	7,08a	6,22	5,94a	5,04	$\hat{Y}=0,030X + 4,968$	0,98
COM	4,89b	5,71	4,77b	5,55		
AL (%MS)						
	Níveis de Farelo de Trigo				Equação	R ²
	0	5	10	20		
Uréia						
SEM	1,45b	2,57a	1,83a	4,19a	-	-
COM	1,60a	0,55b	1,06b	2,70b	-	-
AA (%MS)						
	Nível de Farelo de Trigo				Equação	R ²
	0	5	10	20		
Uréia						
SEM	0,48a	0,31	0,39a	1,35a	$\hat{Y}=0,005X^2 + 0,061X - 0,487$	1,0
COM	0,41b	0,30	0,25b	0,80b	-	-
AP (%MS)						
	Nível de farelo de trigo				Equação	R ²
	0	5	10	20		
Uréia						
SEM	0,61a	0,40b	0,38b	0,29	$\hat{Y}=0,0010X^2 - 0,0176X + 0,3845$	0,94
COM	0,37b	0,46a	0,43a	0,30	$\hat{Y}=0,0143X - 0,5460$	0,79
AB (%MS)						
	Nível de Farelo de Trigo				Equação	R ²
	0	5	10	20		

Uréia						
SEM	0,04	0,03	0,03	0,02	-	-
COM	0,05	0,03	0,04	0,03	$\hat{Y}=0,0009x-0,0420$	0,96

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Com relação à concentração de ácido láctico (AL), não houve ajuste de modelo (P>0,05), entretanto, foi verificado maiores concentrações de ácido láctico nas silagens com adição de 20% de farelo de trigo. Possivelmente isto ocorreu devido ao maior teor de MS ocasionado pela influência do aditivo absorvente (Tabela 15).

As concentrações de ácidos acético e propiônico foram mais elevadas nas silagens sem aditivos. Isso se justifica pelo fato do pH destas silagens apresentarem teores mais elevados comparativamente às que foram tratadas com os dois aditivos. Os valores de ácido butírico apresentaram ajuste de modelo (P>0,05) nas silagens aditivadas com uréia.

As características fermentativas das silagens após 48 horas de aerobiose variaram conforme a ação dos aditivos (Tabela 15). O pH das silagens sem adição de uréia apresentou efeito linear decrescente (P<0,05) na medida que foram adicionados os níveis de farelo de trigo. Esta reação pode estar relacionada com o conteúdo de carboidratos do farelo de trigo, que disponibiliza menores quantidades de substratos para a acidificação e permanência desta na massa ensilada, mesmo quando em aerobiose.

Embora apresente pequenas oscilações, as silagens com adição de uréia mantiveram valores médios de pH mais baixos, confirmando que a ação da uréia pode aumentar a resistência da massa ensilada em elevar o pH.

As silagens não tratadas apresentaram valor médio de pH elevado oscilando de 5,04 a 7,08 inversamente a adição dos níveis mais elevados de farelo de trigo, podendo esse fato está relacionado a menor disponibilidade de CST residual nos tratamentos com maiores percentuais de farelo de trigo. Esse comportamento evidencia as possíveis perdas da estabilidade destas silagens após exposição ao ar. Pois esse fato pode ser associado à alta diminuição do AL relacionada possivelmente a uma intensa fermentação após a exposição da massa ensilada ao ar.

As concentrações de ácido láctico nas silagens com 20% de farelo de trigo foram mais elevadas. Devido o menor teor de umidade nas silagens, a maior disponibilidade de substratos fermentescíveis, que manteve o pH próximo a 5,0, as perdas de ácido

lático foram reduzidas, o que indica que o farelo de trigo possa influenciar na melhoria da estabilidade aeróbia destas silagens com a redução de sua umidade.

As concentrações de ácido acético foram menores nas silagens aditivadas com uréia, pois mesmo com a exposição ao ar durante 48 horas, a uréia interferiu no desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido acético e enterobactérias, através da manutenção do pH. Esse resultado demonstra que apesar do efeito minimizado da uréia no processo fermentativo da silagem de palma, a mesma pode ser recomendada principalmente na manutenção aeróbia dessa silagem, tendo em vista sua baixa estabilidade após a exposição aeróbia.

Os teores de ácido propiônico e ácido butírico apresentaram pequenas variações após 48 horas de aerobiose. Os valores são consideravelmente baixos e apontam para uma menor incidência de microrganismos deletérios a saúde animal e humana.

Os valores médios de temperatura média das silagens aditivadas com uréia apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$). Embora não foi verificado ajuste de modelo para os valores de hora da temperatura máxima, a aplicação dos aditivos possibilitou maior resistência das silagens ao aquecimento após a exposição aeróbia (Tabela 16).

Os valores de taxa de aquecimento tiveram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) conforme a adição de farelo de trigo. Essa redução pode ter ocorrido devido ao decréscimo no teor de umidade das silagens com a adição dos níveis progressivos de farelo de trigo (Tabela 16).

Tabela 16. Valores médios de temperatura média ($t^{\circ}\text{C}$ médio), hora de temperatura máxima ($H\ t^{\circ}\text{Cmáx}$) e taxa de aquecimento ($^{\circ}\text{C}/\text{hora}$) de silagens de palma forrageira aditivadas com níveis crescentes de farelo de trigo e sem e com adição de uréia após a perda da estabilidade aeróbia

$t^{\circ}\text{C}$ médio						
	Nível de Farelo de Trigo				Equação	R^2
	0	5	10	20		
Uréia						
SEM	27,01	27,41b	27,22	26,74b		
COM	26,89	28,07a	27,48	27,50a	$\hat{Y}=0,042x^2 - 0,068x + 27,054$	0,90
$H\ t^{\circ}\text{Cmáx}$						
	Nível de Farelo de Trigo					
	0	5	10	20		

	0	5	10	20	Equação	R ²
Uréia						
SEM	34,50b	42,00a	43,50	43,50	-	-
COM	48,00a	33,00b	48,99	43,50	-	-

°C/hora						
	Nível de Farelo de Trigo					
	0	5	10	20	Equação	R ²
Uréia						
SEM	0,87a	0,74b	0,71	0,68	$\hat{Y}=0,0084 X - 0,8280$	0,75
COM	0,60b	1,03a	0,66	0,74	-	-

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Em relação à temperatura média da massa ensilada, assim como a hora da temperatura máxima, não houve variação, considerando-se a adição de farelo de trigo (Tabela 16). Contudo, foi observado que as silagens não tratadas apresentaram maior resistência à elevação da temperatura.

Devido ao alto teor de umidade da silagem de palma, a mesma se faz necessária a aplicação de aditivos que possivelmente venho minimizar os efeitos causados pela ação de microrganismos deletérios. Assim EVANGELISTA & LIMA (1999) corroboram com a afirmativa que aditivos são substâncias que promovem a diminuição das perdas, possibilitam melhor fermentação e dessa forma agregam valor nutricional a silagem. Portanto a aplicação de aditivos tem como principal objetivo melhorar o padrão fermentativo da massa ensilada.

A ensilagem da palma forrageira, embora apresente perfil fermentativo adequado, possui estabilidade aeróbia consideravelmente baixa. O uso de aditivos pode aumentar a estabilidade aeróbia destas silagens, promovendo redução de fermentações secundárias e melhoria no valor nutricional da silagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de palma forrageira apresentou características fermentativas adequadas, podendo ser considerada uma forragem com boa ensilabilidade.

A adição de farelo de trigo e uréia não influenciou o perfil fermentativo das silagens de palma forrageira. No entanto, melhoraram a estabilidade aeróbia destas silagens após exposição aeróbia.

Com relação ao valor nutricional a silagem de palma manteve-se dentro de valores aceitáveis para um volumoso de boa qualidade, após o processo fermentativo onde as silagens apresentaram valores de MS variando de 12 a 27%, PB de 5 a 13% e FDN de 31 a 25%. Esses resultados pode ser referência na manutenção da qualidade nutricional da silagem de palma.

Com base nos níveis avaliados é possível recomendar a adição de 5 e 10% do farelo de trigo na massa ensilada, pois ambos os tratamentos apresentaram comportamento fermentativo similares. Portanto a disponibilidade e custo do farelo de trigo passam a ser o determinante no uso do mesmo, já a silagem de palma adicionada com o nível de 10% de farelo de trigo atende as exigências de cordeiros em terminação com ganhos estimados de até 200g/dia, podendo ser esse nível o mais recomendado em confinamentos de terminação de ovinos.

O uso da uréia na silagem de palma forrageira também pode ser recomendado, tendo em vista que esse aditivo promoveu melhor instabilidade aeróbia na silagem após exposição aeróbia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. C. DO et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 977–983, 2008.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E. Effect of Silage Additives on the Microbial Succession and Fermentation Process of Alfalfa and Corn Silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3066–3083, nov. 1992.

ÇÜREK, M.; ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage Research Article Mustafa. **Turk J Vet Anim Sci**, v. 28, p. 633–639, 2004.

DRIEHUIS, F.; WIKSELAAR, P. G. VAN. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high-dry-matter grass silage †. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 718, n. August 1999, p. 5–7, 2000.

DURU, B.; TURKER, N. Changes in Physical Properties and Chemical Composition of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica*) During Maturation. **Anatolia**, n. 2005, p. 22–33.

ELFERINK, S. O. et al. Manipulating silage fermentation. **FEED MIX**, v. 10, n. 3, p. 20–23, 2002.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Aditivos para silagem. Lavras: **Editora UFLA**, 1999. 17p. (UFLA. Boletim de extensão, 88).

GOLLOP, N.; ZAKIN, V.; WEINBERG, Z. G. Antibacterial activity of lactic acid bacteria included in inoculants for silage and in silages treated with these inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, n. 3, p. 662–666, 2005.

GUSHA, J. et al. The nutritional composition and acceptability of cacti (*Opuntia ficus indica*)-legume mixed silage. **Online Journal of Animal and Feed Research**, v. 3, n. 2, p. 116–120, 2013.

IGARASI, M. S. **Controle de Perdas na Ensilagem de Capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) Sob os Efeitos do Teor de Matéria Seca, do Tamanho de Partícula, da Estação do Ano e da Presença do Inoculante Bacteriano**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciencia Animal e Pastagem), Escola Superior de Agricultura Luiz de queiroz. USP. São Paulo. 2002.

IVANEK, R.; GRÖHN, Y. T.; WIEDMANN, M. *Listeria monocytogenes* in Multiple Habitats and Host Populations: Review of Available Data for Mathematical Modeling. **FOODBORNE PATHOGENS AND DISEASE**, v. 3, n. 4, p. 319–336, 2006.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada Methodological advances in evaluation. 2007.

MUCK, Richard E Silage microbiology and its control through additives **R. Bras. Zootec.** Viçosa, v.39, p183-191, julho de 2010.

NEUMANN, M. et al. Aditivos químicos utilizados em silagens Aditivos químicos utilizados en el ensilaje. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 187–196, 2010.

O'KIELY, P.O.; CLANCY, M.; DOYLE, E.M. **Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out**. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001. São Pedro-SP. Proceedings... Piracicaba-FEALQ, 2001. p.794-795.

RIBEIRO, E. M. D. O. et al. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm), according to age and season. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 933–939, 2010.

RIBEIRO, R. D. X. et al. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Rev. Bras. Saúde Prod. An**, v. 9, n. 4, p. 631–640, 2008b.

RODRIGUEZ-FELIX, A.; CANTWELL, M. Developmental changes in composition and quality of prickly pear cactus cladodes (nopalitos). **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 38, n. 1, p. 83–93, 1988.

SAAG, L. M. K. et al. Cactaceae Mucilage Composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 26, n. 7, p. 993–1000, 1975.

SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275–290, maio 2004.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem), Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz. USP. São Paulo. 2006.

SEPÚLVEDA, E. et al. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. **Journal of Arid Environments**, v. 68, n. 4, p. 534–545, 2007.

SOUZA, L. S. B. DE et al. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp .) Climatological indicators for agricultural zoning of fodder opuntia Material e Métodos. **Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semi-Árido**, p. 23–28, 2008.

TOSTO, M. S. L. et al. Utilização de uréia no resíduo desidratado de vitivinícola associado à palma forrageira na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1890–1896, 2008.

TRACHTENBERG, S.; MAYER, A. M. Biophysical properties of *opuntia ficus-indica* mucilage. **Phytochemistry**, v. 21, n. 12, p. 2835–2843, 1982.

WHITLOCK, L. A. et al. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage-based rations. **Cattlemen's Day**, 2000.

WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 68, n. 2, p. 101–116, 11 fev. 1990.

ZANINE, A. . et al. Avaliação de Silagens de Capim-Elefante com Adição de Farelo de Trigo. **Archivos de zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75–84, 2006a.

ZANINE, A. DE M. et al. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas , recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci**, v. 43, n. 2006, p. 803–809, 2006b.